BOETHIUS

Texte und Abhandlungen zur Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften

Begründet von Joseph Ehrenfried Hofmann, Friedrich Klemm und Bernhard Sticker

Herausgegeben von Menso Folkerts

Band 52

# Al-Farghānī On the Astrolabe

Arabic Text Edited
with Translation and Commentary
by Richard Lorch

Franz Steiner Verlag 2005

# Contents

# Introduction

## *1. The astrolabe*

An astrolabe imitates the motion of the heavens. The stars may be imagined to be on a celestial sphere, and their daily rotation may be represented by the rotation of this sphere. The astrolabe is essentially a plane representation of this rotating sphere as seen over a representation of some observer's horizon and horizon coordinates: the stars (and also the Sun, Moon and planets) on one flat plate are revolved against the observer's horizon and almucantars (circles parallel to the horizon) drawn on another, fixed, plate. If the altitude of the Sun or of a star is measured, the instrument may be set to represent the position of the heavens by putting the representation of the star on the almucantar for that altitude. Then, for instance, the time of day (or night) may be determined by measuring the rotation necessary to bring the star from the horizon in the east (or west); an astrolabe was furnished with markings to facilitate the measurement. There were many other uses to which the astrolabe could be put.

A flat representation of the celestial sphere may be made in many ways, but in practice the astrolabe was almost always made by using the northern stereographic projection. In this the sphere is imagined tangent to the plane of projection at the north pole and the image of any other point ($P$ in Fig. 1) on the sphere, except the south pole $S$, is found by joining $S$ to $P$ and producing the line until it meets the plane: at $P'$, the image of $P$.

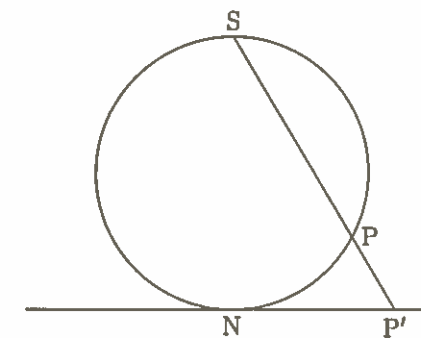



Fig.1

When a circle, great or small, is projected in this way, the image is a circle: this is the fundamental property of stereographic projection. It is the reason why this way of flattening the sphere was so popular, for it is not only mathematically elegant for the theoretician, but practical for the artificer. Fig. 2 shows how a great circle, $AD$, such as the zodiac,

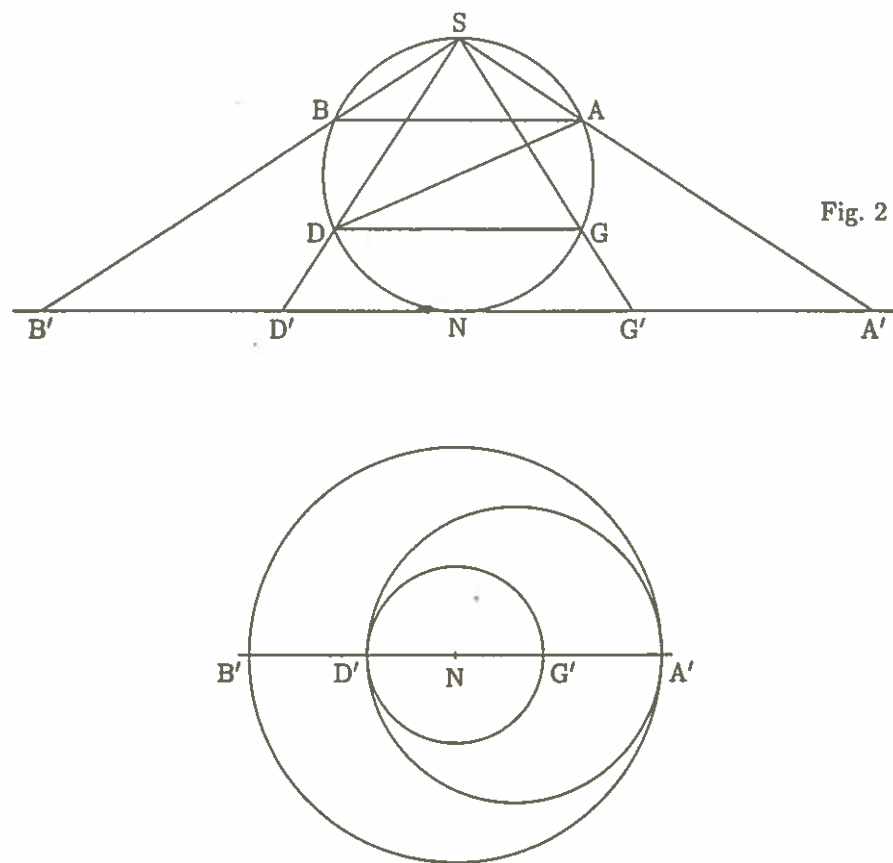



Fig. 2

is projected. In the sphere circle $AD$ is tangent to circles $AB$ and $GD$, which are parallel to the equator circle. To draw circle $A'D'$ in the plane, the image of circle $AD$ in the sphere, one needs to know its centre and radius, and these are easily determined from the radii of the images of circles $AB$ and $GD$. The same procedure may be used for all circles on the sphere: all that is needed is to find $NA'$ (in Fig. 2) from $\widehat{NA}$, for all values of $\widehat{NA}$. Tables may be established to this end.



Of the literature on the astrolabe little has survived from antiquity; and what there is does not concern the construction of the instrument. The fullest treatment is in the treatise of Philoponus (6c. AD), which, after a description of the astrolabe and its inscribed circles, sets forth its uses[1]. In the same tradition are Severus Sebokht, writing in Syriac in the seventh century, and al-Yaʿqūbī, writing in Arabic in the ninth. A description by one Synesius (ca. 400 AD) of an astrolabe-like instrument is not clear.[2].

The *Planisphaerium* by Claudius Ptolemy (2c. AD) is the only Greek work on stereographic projection that has come down to us. Unfortunately, the text exists only in an Arabic translation and a Latin translation derived from it[3] It was translated into Arabic some time before 946, probably "in or around 900"[4]. Much of the latter part of the book is taken up with circles parallel to the zodiac and those through the poles of the zodiac. At least in its present state, it contains no proof of the fundamental theorem of stereographic projection[5]. The *Fihrist* of Ibn al-Nadīm does not mention the Arabic translation, but it lists a commentary on the *Planisphaerium* by Pappus[6], which seems not to have survived.

The astrolabe was known to the early Islamic astronomers, for al-Fazārī (fl. 8c., second half) is credited in the *Fihrist* with making one[7]; but what theoretical treatments of the instrument were available to them we do not know. Al-Farghānī wrote the first known substantial description of the astrolabe. It was written about the years 856-57 AD, the date of the star table, which was based on the *Mumtaḥan Tables.*

[1] It was edited by H. Hase in 1834. His edition was reproduced, with facing French translation and long introduction, in Philoponus [1981].

[2] See Neugebauer [1949], pp. 248–253, and Vogt and Schramm [1970].

[3] For a facsimile of one of the three known Arabic manuscripts, with English translation and commentary, see C. Anagnostakis [1984]. The Latin translation by Hermann of Carinthia is edited in Ptolemy [1907], pp. 227-259.

[4] Kunitzsch [1994], p. 84.

[5] This appears to be the purpose of a note to the text under the name of Maslama. See Lorch [1995-96].

[6] Ibn al-Nadīm, [1871-72], p. 269

[7] Ibn al-Nadīm [1871-72], p. 273.

## 2. Al-Farghānī[8]

Little is known of the life of Aḥmad ibn Muḥammad ibn Kathīr al-Farghānī. He was an astronomer at the court of the Abbasid caliph al-Ma'mūn (reigned 813–833) in Baghdad. Later he was supervisor of the construction of the "Great Nilometer" at al-Fusṭāṭ (Old Cairo), which Caliph al-Mutawakkil had ordered. The project was completed in 861, the year the caliph died. It is likely that al-Farghānī wrote the astrolabe treatise when he was in Fusṭāṭ, since the examples in it to illustrate mathematical calculations involving the local latitude all use or imply the value 30° for it, a good approximation for the latitude of Cairo[9]. Since al-Mutawakkil had his capital at Samarra – the court had been moved there by al-Mu'taṣim in 836 – it is likely that al-Farghānī spent some time there. He was entrusted by Muḥammad and Aḥmad, the sons of Mūsā[10], with the task of digging the Ja'farī canal, near Samarra. Al-Farghānī's attempt at this project was not a success; but before his failure became apparent from the sinking level of the Tigris, al-Mutawakkil was murdered[11].

Al-Farghānī probably took part in the turbulent politics of the sons of Mūsā, who had for the philosopher al-Kindī "such an antipathy and deep aversion as turns boys into old men", as al-Bīrūnī expresses it[12]. Al-Bīrūnī goes on to explain al-Farghānī's vituperation about the melon-shaped astrolabe by his association of the instrument with al-Kindī, for al-Farghānī "expresses at the beginning of his book *al-Kāmil* what can be understood as [meaning] that al-Kindī either was the

[8]Except where an explicit source is quoted, this short account is based on Sezgin, *GAS* V 259–260 and VI 149–151; Sezgin, Editor's Preface in Al-Farghānī [1986]; Sabra [1971]; King [1986], item B18, p. 34. Variations in al-Farghānī's name (in particular with Muḥammad for Aḥmad ibn Muḥammad, so that there are two al-Farghānīs) are dismissed by Sabra.

[9]This was suggested by F. Charette [1998], p. 2. I am most grateful to Dr. Charette for letting me see this paper before publication.

[10]In referring explicitly to Muḥammad and Aḥmad, and not to the Banū Mūsā (i.e. Muḥammad, Aḥmad and their brother al-Ḥasan), we are copying Ibn Abī Uṣaybi'a, our source. Sabra follows the same practice in his article in the *DSB* [1971].

[11]See Ibn Abī Uṣaybi'a [1882], pp. 207-208, reporting from Aḥmad ibn Yūsuf ibn Ibrāhīm (presumably the tenth-century mathematician), who had the story from Abū Kāmil Shujā' ibn Aslam al-Ḥāsib, the well-known writer on algebra.

[12]In the *Istī'āb al-wujūh al-mumkina fī ṣan'at al-asṭurlāb*. See Kennedy-Kunitzsch-Lorch [1999], pp. 184–187.



inventor of this melon-shaped astrolabe or had a preference for it and used it" – a passage unfortunately not in the extant manuscripts of *al-Kāmil*. Al-Farghānī was chosen to direct the canal project although a better engineer, Sanad ibn 'Alī, was available[13]. We may note that the only mathematician al-Farghānī mentions in his astrolabe treatise, apart from Euclid and Ptolemy, is Muḥammad ibn Mūsā – for a minor result used in the proof of the fundamental theorem of stereographic projection (Chapter 1, lines 40–41) and for his judgement of the melon-shaped astrolabe (Chapter 7, lines 62–64).

A likely date of *al-Kāmil*, the treatise edited here, is 225 Yazdijird (856–857 AD), the date of the star table included in it.

Al-Farghānī's most influential work was a 30-chapter summary of Ptolemaic astronomy, *Jawāmi' 'ilm al-nujūm wa-uṣūl al-ḥarakāt al-samāwīya* (Compendium of the science of the stars and the foundations of the celestial motions), though it also went under many other names. It is extant in numerous manuscripts (Sezgin mentions fourteen[14]) and was printed by Golius with his own Latin translation (Amsterdam, 1669). The Arabic text was twice translated into Latin in the twelfth century, by Johannes Hispalensis and by Gerard of Cremona, and also into Hebrew by Jacob Anatoli, perhaps between 1230 and 1235[15] – the Hebrew being again translated into Latin by Jacob Christmann (printed Frankfurt, 1590). The translation by Johannes Hispalensis was printed in Ferrara in 1493 and, together with the astronomy of al-Battānī, in Nuremberg in 1537. Carmody [1956, 113-15] lists 30 manuscripts, to which Benjamin adds another 46. Clearly, this was a very influential text, particularly in Latin. By contrast, *al-Kāmil* was not so widely known – there were no translations into Latin – but it was influential among Arabic writers on the astrolabe.

The following works are either lost or are known only in fragments: *al-Kalām 'alā ḥisāb al-aqālīm al-sab'a* (Statement on the calculation of the seven climates), of which there is a fragment in the Egyptian National Library[16]; *Kitāb al-rukhāmāt* (Book of sundials), ascribed to him in the *Fihrist*[17]; *Ta'līl li-zīj Muḥammad ibn Mūsā al-*

[13]Ibn Abī Uṣaybi'a, *ibid.*

[14]Sezgin, *GAS* VI, p. 150

[15]Steinschneider [1893], p. 555.

[16]MS Muṣṭafā Fāḍil, mīqāt 194,3, f. 32r, 876H.

[17]Ibn al-Nadīm [1871-72], p. 279.

*Khwārizmī* (the explanation for the *zīj* of Muḥammad ibn Mūsā al-Khwārizmī, mentioned by al-Bīrūnī in his *Istikhrāj al-awtār*[18]); *'Ilal al-aflāk* (The reasons behind [the motions of] the spheres), of which there is a fragment in *al-A'lāq al-nafīsa* by the late-ninth century geographer Ibn Rustah[19]. An anonymous *Bāb fī ma'rifat al-awqāt allatī yakūn fīhā al-qamar fawqa al-arḍ* (Chapter on determining the times in which the Moon will be above the Earth) may also be by al-Farghānī[20].

### *3. The markings on the astrolabe described by al-Farghānī*

On the rete the zodiac, with graduations, and twenty-five fixed stars are marked. On the plate of the "sixth" astrolabe[21] described by al-Farghānī there are: the three parallel circles – the equator and the tropics of Capricorn and Cancer - and the north-south and the east-west lines (vertical and horizontal, respectively); the horizon and almucantars for every 6°; azimuths for every ten degrees; the hour lines for unequal and equal hours; the line of *'aṣr* (Muslim afternoon prayer) between the eighth and tenth unequal-hour lines.

Al-Farghānī gives a full treatment of azimuths, although these lines do not appear in the description by Philoponus or on several surviving instruments from the earlier Islamic period, e.g. the oldest dated Arabic astrolabe, made by Nasṭūlus, of 315/927–28[22]. It is possible that the lines for unequal hours and equal hours were alternatives, though MS **T** (f. 39r) has a diagram showing both together.

[18]Al-Bīrūnī [1948], pp. 128 and 168.

[19]See Sezgin, *GAS* VI, p. 151. Brockelmann (vol. I, p. 250 – 221 in the original pagination –, and Suppl. I 393) mentions manuscripts for this title.

[20]Muṣṭafā Fāḍil, mīqāt 194,2, f. 31v. See King, [1986], p. 34.

[21]*suds al-asṭurlāb*, elsewhere also called "the *sudsī* astrolabe", a sixth of a complete astrolabe, i.e. one with an almucantar for ever six degrees and a graduation every six degrees on the zodiac circle (see Chapter 5, lines 36–38 and 140-141). Cf. Philoponus [1981], pp. 146-147 and 154-155. Al-Farghānī considers azimuths for every ten degrees as suitable for a "sixth" astrolabe. For the various types of astrolabe in this sense – half, third, sixth, etc. –, see Kunitzsch [1993]. An old Arabic text naming these types of astrolabe is in MS **B**: see Charette–Schmidl, text 5, pp. 53 and 74-75.

[22]This is now in the Kuwait National Museum. For a photograph of the instrument, see Jenkins [1983] p. 39. Of the seven oldest astrolabes noted by King [1994], only one (no. 1.4) has azimuths (on the plates for 34° and 36°). Here and elsewhere two numbers separated by an oblique stroke represent equivalent Muslim and Christian years.



On the back of the instrument, the rim of one of the upper quadrants (the upper left quadrant in the diagrams of **CBT**[23]) is divided into 90 degrees, marked 1 to 90, and on the rim of the opposite quadrant (lower right) are the markings for the projected shadows. Presumably the construction lines (*ES*, *TSH*, etc. in Fig. 5.6) were erased after use. Al-Farghānī uses these shadow markings in his calculations for the line of *'aṣr*[24]. No doubt they were meant for other purposes as well. They are to be found on surviving instruments, some of them relatively early, e.g. on Khafīf's astrolabe (before 300/913)[25]. Both in al-Farghānī's description and in Khafīf's instrument the scale goes from 1 to 45. Mayer gives photographs of astrolabes with shadow scales going to 25. His plate IV, of an instrument made by Muḥammad ibn Abī 'l-Qāsim in 496/1102-1103, shows an instrument with both, the 45-scale carrying the label *al-aṣābi'* (digits) and the 25-scale carrying the label *al-aqdām* (feet). We note that al-Farghānī relied on a graphic procedure to find shadow-lengths and did not reduce the procedure to tabulated results.

### *4. The form and style of* al-Kāmil

Al-Farghānī's treatise is in seven chapters: 1. mathematical preliminaries (including the fundamental theorem of stereographic projection); 2. a discussion of the lines and circles on the astrolabe; 3. the method of calculating the semidiameters and the positions of the centres of the circles; 4. the tables themselves, as calculated by the methods of the previous chapter; 5. and 6. a description of the northern and southern astrolabes; 7. a diatribe against other forms of the instrument.

Throughout the approach is that of a mathematician rather than an artificer. Little information is given on the physical form of the instrument. Thus the pointer on the rete is not mentioned; nor is the way the instrument is put together. Segonds notices similar omissions in Philoponus' text, but explains this by supposing that the readers are assumed to have an astrolabe in their hands[26]. Another omission

[23]Of the very poor diagrams in **K** one (p. 171) has 18 graduations in the top right quadrant, but no shadow markings, and the other (p. 172) has 15 graduations in each of the two lower quadrants. We have followed **CBT**.

[24]For a survey of the use of shadows for timekeeping, see King [1990].

[25]Mayer [1956], Plate 1.

[26]Philoponus [1981], p. 25.

in *al-Kāmil* is that the *mater* is never described as containing a set of plates for different latitudes. In fact, the *mater* is mentioned, as *umm*, only in cases in which "plate" would be appropriate (Chap. 5, lines 68–70) and, as *bāṭin*, when describing where the central point of the back of the astrolabe is (Chap. 5, lines 243–244). On the other hand, not all practical details are omitted. Thus, while no indication is given of how big the instrument may conveniently be made, al-Farghānī is careful to specify the relative dimensions of the strips on the rete that hold it together and support the stars; he also stipulates that the rete should be as thick as two plates.

Some old surviving astrolabes have plates for the seven climates. This is true of the *mater* of the instrument that is probably the oldest surviving eastern astrolabe, made by Aḥmad ibn Kamāl, perhaps ca. 800[27], and of the oldest witness to a western Arabic astrolabe tradition, the drawings in MS Bibliothèque nationale de France, lat. 7412, copied from an instrument made by Khalaf ibn Muʿādh[28]. But in his tables al-Farghānī shows no sign of favouring the climates and gives values for the almucantars and azimuths for latitudes 0° and 15(1)50°.

In general, al-Farghānī's technical vocabulary is the common mathematical language of his time. Perhaps two terms may be noticed here. First, he refers to the east-west line on the instrument as *ufq al-falak al-mustaqīm* (horizon at *sphaera recta*). We may note that Ibn al-Ṣalāḥ uses the term *ufq al-istiwāʾ* in his treatise on projection[29]; this term is also to be found inscribed on the front of the *mater* of an astrolabe by Ḥāmid ibn ʿAlī al-Wāsiṭī dated 343/954-55[30], showing the projections of twelve horizons. Secondly, al-Farghānī's term for "gnomon", a rod whose shadow is used as a measure of time, is *ʿūd*.

It is clear from passages in Chapter 3 (lines 107–112, 139–141 and 148–150) that when al-Farghānī is considering right ascensions, he measures both ascension and corresponding longitude from the colure through the beginning of Capricorn and that he has before him ascension tables drawn up with such coordinates. It could well be that the table of ascensions that was transmitted with the text (i.e. Table 2,

[27]Apart from the *mater* the plates have not survived. See King [1994], Section 2, item 1.
[28]Kunitzsch [1998].
[29]See the extract reproduced in Appendix 3.
[30]King [1994], Section 2, item 9a.



below) was substituted for the original at some stage, for it begins, as Ptolemy's does, at an equinox. A table of right ascensions beginning with Capricorn was presented by Al-Battānī in his *zīj*[31]. This tradition can also be traced in Theon of Alexandria[32]. A similar table, calculated to seconds, appears in al-Khwārizmī's *zīj*[33]. We note that the table implied by al-Farghānī has the longitudes, in the first column, counted continuously and not defined by signs and degrees within the signs (as in al-Khwārizmī and al-Battānī).

A curiosity of the text is al-Farghānī's occasional use of letters more than once in a diagram. The most obvious example is in his description of the northern rete, our Fig. 5.1. Here *Z H T K L* all appear in the main diagram, but *Z H T* are also used in a subsidiary diagram showing a rule with divisions drawn on it, which is considered and described at the same time as the main diagram; and later the positions of two stars are indicated by using points *H T K L*. True, one manuscript, **T**, has different letters here, from the end of the *abjad* alphabet. Though **T**'s readings were accepted for two letters against all the other manuscripts, it seems likely that the copyist of **T** (or of his exemplar) saw the duplication of *H T K L* and changed them[34]. It is possible that the author considered the main and subsidiary diagrams as separate (despite mixing their descriptions) and intended a new diagram to be drawn when the two stars are treated; but this does not accord completely with the text. In the edition below a compromise is made between explicit indications and hints in the text and the transmitted diagrams.

### 5. *Al-Farghānī and his predecessors*

In the beginning of Chapter 5 al-Farghānī speaks clearly of his predecessors: he sets out tables with respect to the north pole "following in it the practice of the Ancients" (Chap. 5, lines 7-8) – here the Ancients' choice of the north pole rather than their drawing up tables

[31]Kennedy [1956], p. 33; Battānī [1899–1907], II pp. 61–64; cf. also I 163–164 and lxvii.
[32]*Ibid.*, II xvii; Theon [1822], pp. 148–155.
[33]Kennedy [1956], p. 26; Khwārizmī [1914], p. 171–172; Neugebauer [1962], 104; cf. also *ibid.*, p. 48.
[34]My criterion was principally the preservation of sequences of letters from the *abjad* alphabet.

is probably meant. Further, he describes the plates as "in the way in which the practitioners of this art are still making them"; again, the alidade with sights, the pin and the "horse" are described as being "as they have always been made". But he says in the introduction (lines 14–15) that he has not heard of anyone's putting down a description of the construction of the astrolabe in a book.

Presumably he had not seen the short treatise on the construction of the astrolabe that has been attributed to al-Khwārizmī[35], which, ironically, shares a manuscript with *al-Kāmil* (our B). The two texts are quite different. For instance, al-Farghānī has azimuths and the other author has not. Again, the shadow markings on the back of the instrument are different: in our Fig. 5.6 $H$ is not defined in the same way and in the putative Khwārizmī text the ends of the shadows are not projected onto the circular rim of the instrument[36]. Al-Khwārizmī is reported by the *Fihrist* to have been intimately connected with the *Bayt al-Ḥikma*, the well-known academy in Baghdad[37], to which the Banū Mūsā and al-Farghānī also belonged, though not necessarily at the same times. Even if the ascription of the short text to al-Khwārizmī is rejected, some difficulty remains, for Ibn al-Nadīm[38] says he wrote two treatises on the astrolabe, one on the use (*ʿamal bi'l-asṭurlāb*) and one on the construction (*ʿamal al-asṭurlāb*) of the instrument: how did al-Farghānī not hear of them?

It is clear from al-Farghānī's introduction that the astrolabe was well known in his time. We have no reason to doubt that he had no astrolabe literature to refer to and that he worked out a fresh mathematical basis for the instrument from first principles. Whether he was chronologically the first in the field is another matter.

In Chapter 2 al-Farghānī describes not only the projection of circles that normally go into an astrolabe, but also (1) great circles through the points of intersection of horizon and meridian, which he does not mention again, and (2) great circles through the poles of the zodiac, which he mentions again only in passing (Chapter 3, at the beginning of section 4). In the first case we are reminded of the

[35]King [1983a], pp. 23–27. The text has recently been edited by Charette and Schmidl and will shortly appear in print.

[36]Compare Chap. 5, section 8, below, with Charette-Schmidl, p. 39.

[37]Ibn al-Nadīm [1871-72], p. 274, says that al-Khwārizmī was intimately connected (*kāna munqaṭiʿan...*) with the *Khizānat al-Ḥikma* of al-Ma'mūn.

[38]Ibn al-Nadīm, *ibid.*



*horarius* (ὡριαῖος) circles of Ptolemy's *Analemma*[39], and in the second of Ptolemy's *Planisphaerium*. But neither work is known to have been translated by al-Farghānī's time[40].

### 6. Al-Farghānī's value for $\epsilon$

The value of the obliquity of the ecliptic accepted by al-Farghānī is not a simple matter. Only a few easily ascertainable facts are presented here, but no firm conclusions. In *al-Kāmil* the value 23;33° is given in the worked examples in the text. On the first occasion (Chap. 3, lines 10–11), he says, "as we found by observation in our time, that is 23°33′". Charette found that the value of $\epsilon$ underlying Table 2 is the Ptolemaic 23;51°, but he reasonably suggests that al-Farghānī had simply copied this table from an earlier one[41].

In the fifth of the thirty chapters of his *Jawāmiʿ ʿilm al-nujūm* he also refers to the obliquity of the ecliptic. In Golius' edition of 1669 and in the translation by Gerard of Cremona he reports Ptolemy's value of the obliquity as 23;51° and the *Mumtaḥan* value as 23;35°[42]. But in the 1537 edition the translation by Johannes Hispalensis gives Ptolemy's value as 24 and the *Mumtaḥan* value as 23;33°.

According to al-Bīrūnī's *Taḥdīd*[43], Yaḥyā ibn Abī Manṣūr made observations, at the behest of Caliph al-Ma'mūn, in the year 213H (= 197 Yazdijird) at Shammāsīya (Baghdad). From the maximum and minimum midday altitudes of the Sun he obtained the value $\epsilon = 23;33°$. This value he used in his *zīj*. Al-Khwārizmī reported the observations as an eye-witness. However, in the following year, 214H (= 198 Yaz.), different values were found for the two altitudes, which yielded the value

[39]The *horarius* is the circle through the Sun and the north and south points of the horizon. See Gibbs [1976], pp. 109–117; Luckey [1927], pp. 20ff.

[40]We know only that the *Planisphaerium* was translated before its use by Ibrāhīm ibn Sīnan ibn Thābit (909–946); see Kunitzsch [1995-96], p. 52. It seems unlikely that the Pappus commentary on the *Planisphaerium* mentioned by Ibn Nadīm [1871-72], p. 269, lines 8–9, was available to al-Farghānī.

[41]Charette [1998], p. 5. For another possibility, that it was substituted for the original, has already been suggested (section 4 above)

[42]Al-Farghānī [1669], p. 18 (also p. 18 in Golius' Latin translation). For the Latin translation by Gerard of Cremona, see MS Paris, Bib. nat. de France, lat. 16202, f. 4v.

[43]See al-Bīrūnī [1962], p. 89ff., and [1967], p. 60ff.; also Kennedy [1973], pp. 20ff. I am indebted to Charette and Schmidl, note 62, for their reference to this passage.

$\epsilon = 21;35$. Al-Ma'mūn rejected the first value. He also ordered Khālid ibn 'Abd al-Malik al-Marwarrūdhī to make observations at Damascus. Al-Bīrūnī goes on to record Khālid's results and those of later observers. Of these we may note the 23;34,30° found by Muḥammad and Aḥmad ibn Mūsā from observations in years 243H (226 Yaz.) and also from observations in year 245H (Yaz. 228); their observations from years 254-255 (Yaz. 237–238) in Baghdad yielded the value 23;35°.

It would appear that al-Farghānī took his value of 23;33° from Yaḥyā ibn Abī Manṣūr. Why he preferred it to 23;35° is not clear.

### 7. *Observation of* al-'ayyūq; *value for precession*

Apart from the measurement of the midday solar altitudes to find $\epsilon$, the only observation claimed by al-Farghānī as his own (in both cases the expression is *wa-huwa 'alā mā wajadnā bi-'l-raṣad fī zamāninā*, "and it is as we found by observation in our time[44]) is of *al-'ayyūq* ($\alpha$ Aurigae) in year Yazdijird 225 (=856-57 AD): he found the longitude and latitude to be Gem 5;20° and 22;50°. These are the values given in the *Mumtaḥan Tables* with 15′ added to the longitude. Accordingly, al-Farghānī finds the position of most of the stars in his list by taking over the *Mumtaḥan* values and adding 15′ to the longitude.

Since the date of the observation differs from that of the *Mumtaḥan Tables* by about a quarter of a century, the observation would seem to confirm Ptolemy's value for precession of 1° in 100 years[45]. This is indeed the value favoured by al-Farghānī in the *Jawāmi'*, once attached to Ptolemy's name in Chapter 13[46] and once with no name in Chapter 19[47]. Although he knew the *Mumtaḥan Tables* well enough to take over the star table, he did not so much as mention the *Mumtaḥan* value for precession, 1° in 66 years. This value is clear both from the tables[48] and from al-Ṣūfī's confirmation[49]; it is the value used by most

[44] Chap. 3, lines 10–11 and 105–106.
[45] This seems not to have been realised by Destombes [1958]. He gives the date of al-Farghānī's star table as 846, apparently deriving it from the *Mumtaḥan* values of precession. See Kunitzsch [2003], p. 348.
[46] Al-Farghānī [1669], p. 49, and [1537], p. 13r.
[47] Al-Farghānī [1669], p. 74, and [1537], p. 19r.
[48] See, e.g., Vernet [1956], p. 203 (513 in the reprint), where he quotes a passage on the motion of apogees.
[49] Al-Ṣūfī [1954], p. 24f.



astronomers of this early period[50]. It is possible that his observation of *al-'ayyūq* was guided by a consideration of what it ought to be according to the precessional value of 1° in 100 years – especially as the instruments available to him could scarcely be accurate to a few minutes. Another possibility is that the mention of the observation is a literary convention. If this is the case, then perhaps the observations for the obliquity of the ecliptic and even al-Farghānī's not knowing previous literature on the astrolabe may also be regarded as polite fiction.

### 8. *Arithmetic and trigonometry in* al-Kāmil

#### *Arithmetic*

Apart from some addition and subtraction all the arithmetic and trigonometry in *al-Kāmil* is to be found in Chapter 3. With one exception al-Farghānī takes sexagesimal division to as many places in the result as the greater number of places of the dividend and divisor. The exception is the calculation of the important constant 19;39, which he needs for calculating his basic table (Table 1). His reason for approximating in this case was probably to save time in calculating the table, for the results would still be more than accurate enough for an artificer. In Chapter 3, section 6, $\sqrt{26;12^2 - 22;41^2}$ is found to be 13;6. Since a modern calculation yields 13;6,41, it appears that al-Farghānī has rounded down in this case.

#### *Sines*

In *al-Kāmil* there is no mention of chords. The trigonometrical functions used are the sine and the versed sine, both with base 60. These functions were taken over from the Hindu mathematicians some generations before al-Farghānī. In the text of the treatise the following values of sines are given (the numbers in brackets being the section and line number of Chapter 3):

Sin 66;27° = 55;0,10 (1: 16–17, 118)
Sin 44;27° = 42;1,1 (1: 119-120)
Sin 111;37° = 55;46,49 (4: 121-122)

[50] Al-Battānī claimed to have obtained it by observation. See Battānī [1899–1907], I, p. 124.

Sin 60° = 51;57,42 (6: 259–260, 261–262)

To these we may add Versin 16;27° = 36;1,37, which implies

Sin 23;33° = 23;58,23

All these, except Sin 44;27° and Sin 111;37°, are obtainable from Ptolemy's table of chords by using the entry in the difference column in the interpolation and rounding the second sexagesimal fractional place in the modern way. The value of Sin 111;37° thus obtained in Ptolemy's table is 55;46,48,12. Similarly, Sin 44;27° comes out as $\frac{1}{2} \cdot 84;2,3$. The value 42;1,1 given by al-Farghānī for the sine may be explained either by a rounding down (and al-Farghānī was not consistent with his rounding – see below) or by supposing that in Ptolemy's table the chord of $88\frac{1}{2}°$ was not $83;44,5^p$, but $83;44,4^p$[51]. We may note that Ḥabash al-Ḥāsib (fl. late 9c.) in the sine table of his *zīj*, which was probably taken from a chord table[52], probably Ptolemy's, has Sin $44\frac{1}{4}°$ = 41;52,2,0, which implies that chord $88\frac{1}{2}°$ = 83;44,4). Further, all the values of al-Farghānī's inverse sines,

$\text{Sin}^{-1}$ 41;25,53 = 43;40° (4: 127)
$\text{Sin}^{-1}$ 9;39,59 = 9;16,16° (4: 137–8)
$\text{Sin}^{-1}$ 45;0,1 = 48;35° (6: 264–265)

could have been found from Ptolemy's table without any error. It is possible, therefore, that al-Farghānī used Ptolemy's chord table, maybe converted to sines as Ḥabash's was, since by this hypothesis only one value in eight is inaccurate and that by one sexagesimal second. This hypothesis is confirmed by an analysis of Table 1 (section 8 below).

*Spherical trigonometry*

For computation in spherical astronomy al-Farghānī uses Menelaus' theorem twice (Chapter 3, lines 95–98 and 129–131), when finding the declination and *mediatio* of a star. Here he was copying Ptolemy,

[51]Heiberg has 83;41,4, but this should be emended to 83;44,5 (the value used in the modern calculation). See Toomer [1984], p. 58; Glowatzki and Göttsche [1976], p. 65; and Toomer's review of the latter [1977], p. 22.

[52]It is tabulated for every $\frac{1}{4}°$ of arc and the only values in the third sexagesimal fractional place of the sines are 0 and 30 (with only two exceptions, 15 and 45, in the 360 entries) – an indication that each sine had been calculated by halving something, presumably a chord, given to two sexagesimal fractional places.



as he said, evidently making a reference to *Almagest* VIII 5. In his calculation of azimuths, however, he uses the so-called Rule of Four Quantities (Chapter 3, lines 257–258). This is not so very remarkable, since Ptolemy's first application of Menelaus' theorem, to find the declination of a point on the ecliptic, is tantamount to a statement of the rule[53].

*The tables*

For an analysis of the tables the reader is referred to the work of Charette[54]. Only a few remarks will be added here. After some initial tries, Charette reached the conclusion (as did the present writer) that the sine table underlying Table 1 was a sine table with sines in parts, minutes and seconds. With this hypothetical sine table he removed most of the errors of Table 1 shown up by modern recomputation. High values of the argument (here called $\theta$) yield values of the result that are sensitive to slight variation in the values of the sines used to work them out. Of the last four entries the use of the hypothetical sine table produces an error only in the result for $\theta = 178$. The use of Ptolemy's chord table (or Ḥabash's sine table, which appears to reproduce a chord table – see above) yields perfect results if variable rounding is applied (in every case the rounding is of 30‴, to make an extra 1″ or 0″: if the result is rounded down in the second fractional sexagesimal place for $\theta = 176$ and 179[55] and up for $\theta = 177$. Since al-Farghānī's practice in rounding 30″ in Table 4 appears to obey no law and we may suppose that the same may be said of whoever compiled the sine table used by al-Farghānī, the suggestion is here made that al-Farghānī used a sine table based on a chord table, probably Ptolemy's.

Table 2 has already been discussed (see sections 4 and 6 above). For the star table (Table 3) the reader is referred to the commentary placed after the table itself in the translation below. In Table 4 each entry is calculated by halving the sum or difference of two values in Table 1. Thus there is frequent necessity for rounding $\frac{1}{2}'$. The "hours" for each latitude, i.e. the hours of maximum daylight, correspond to $\epsilon$ = 23;51°[56].

[53]See Lorch [2001], pp. 395–397.

[54]Charette [1998],

[55]In this case Ḥabash's value for the sine is the one that produces the result in the table.

[56]See Charette [1998], p. 7.

### *9. Two texts based on* al-Kāmil

#### *1. An anonymous summary (*Ikhtiṣār*) in a Tunis manuscript*

An anonymous text in 14 folios in the Bibliothèque Nationale de Tunisie, MS 12983, presents an abbreviation of al-Farghānī's treatise. It consists mostly of cut-and-dried formulae. On ff. 9v–10r it gives the date 681/1282–3 for a star table and explicitly attributes the precessional value of 1° in $70\frac{1}{4}$ years to Ibn Yūnus.

#### *2. Al-Bakhāniqī's extension of* al-Kāmil

In MS Dublin, Chester Beatty 4090, there is a "Book of the completion of the construction of the astrolabe" by the erudite sheikh Shams al-Dīn Aḥmad ibn Muḥammad al-Azharī al-Bakhāniqī. The author says in the introduction that he wanted to complete al-Farghānī's treatise, which only considered geographical latitudes of 0° and 15(1)50°. In the tables after the text he indeed gives values of the various quantities for all latitudes. Most of his text is, like the summary considered above, taken up with brief formulae.

Al-Bakhāniqī compiled these tables for Abū Ḥafṣ 'Umar, the vizier and *qāḍī* of al-Mujāhid, the Rasulid Sultan of the Yemen (r. 721–764/1321–1363)[57].

### *10. The manuscripts*

*Al-Kāmil* is to be found in the following manuscripts, listed in the order of citing them in the apparatus to the text, with their sigla.

**C** Berlin, Staatsbibliothek, Landberg 58, 60 ff. (Ahlwardt 5791), 778/1376–77.
**B** Berlin, Staatsbibliothek, Landberg 56, ff. 1v–77r (Ahlwardt 5790), ca. 900/1495.
**T** Tehran, Majlis 6412, ff. 2r–48v, beginning (only f. 1v?) missing, 8c./14c..

[57]See King [1983], pp. 34–35. King reads "Abū Ja'far", not "Abū Ḥafṣ".



**S** Tehran, Sipahsālār 702, 144 pp., ?12c./18c[58].
**D** Berlin, Staatsbibliothek, or. quart. 99, 37ff. (Ahlwardt 5792), 783/1381-82 (Tables in Chap. 4 to Chap. 7 only; Table 2, on ascensions, missing).
**M** Meshhed, Riḍā 392 (old no.: 5593), pp. 128–156, 867/1462–63 (see below); ends just short of the tables in Chapter 4.
**L** London, British Library, Or. 5479, ff. 37v–85r (old foliation: 33v–75r), 13c./19c.
**K** Kastamonu, Halk Kütüphanesi 794/4, pp. 89–170 (two or more hands).
**P** Paris, Bibliothèque nationale de France, ar. 2546, ff. 52v–91r, 1107/1695–96.

There are further fragments[59], which have not been used in the edition.

#### *Related material in the codices*

In **B**, following *al-Kāmil*, there are some shorter texts on the astrolabe and other instruments, for which see above, section 5[60]. Ff. 61v–66r of MS **T** contain an acephalous copy of Ibn al-Ṣalāḥ's treatise on projection (Part I, Prop. 13 to the end); and in ff. 49v–60v there is a text on the instrument *dhāt al-shu'batayn*. **L** has several items of related interest: Abū 'l-Ṣalt on the astrolabe (ff. 2r–36v), Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī on the linear astrolabe (ff. 86r–104v) and 'Alī ibn 'Īsā on the horizons plate (*al-āfāqīya*) (ff. 105r–107v). **M** and Meshhed 393 (old number 5521) were originally one volume; all fourteen items in the two manuscripts are mathematical, but there is no further astrolabe

[58]The colophon is dated to the last day of Rabī' I, 653 [=13 April, 1255], but since the writing seems much more recent, the colophon was probably copied with the text. On the titlepage there is a notice that the manuscript came into the library of 'Alīqulī Mīrzā on the last day of Rābī' I, 1276 [27 October 1859].

[59]King [1986], item B18 on p. 34, col. 1, mentions the following fragments in the Egyptian National Library in Cairo: Dār al-Kutub, mīqāt 103, ff. 29v–56v, ca. 750H [date in another text, f. 72r: 675H], from Chap. 1, line 15, to the tables in Chap. 4; Dār al-Kutub, mīqāt 106, ff. 13r–33v, ca. 1200H, some tables only; falak wa-riyāḍa 3815,6, 183r–198r, ca. 1100H; Dār al-Kutub, mīqāt, 644,3, Table 1 only. Brockelmann (I p. 250 = 221 in orignal pagination) gives, under the title *k. 'Amal al-asṭurlāb*, Rāmpūr I, $42_{,64b}$, and under *Ğadwal al-Farġānī*, Patna II, $336_{,2520,8}$. The last item may well be some or all of the tables in *al-Kāmil*.

[60]See King [1983a], p. 45. For editions of these texts, with commentary, see Charette–Schmidl.

material[61]. Much of the first 51 folios of MS **P** is taken up with instruments, *inter alia* quadrants, and astronomical tables (some of them unfilled).

### *11. Editorial conventions*

The edition has been established from **CBTSD**, readings from the other manuscripts being recorded only in problematical passages. For a brief section edited from all manuscripts, the reader is referred to Chapter 1.

The apparatus contains manuscript readings that deviate from the edited text. The abbreviations used in the apparatus are the conventional Latin abbreviations (e.g. *tr.* = "transposuit"). A second apparatus is used for deliberate additions and marginal notes that are comments and not just omitted text.

Angle-brackets <> contain words that are considered to be in the original text, but do not appear in the manuscripts; square brackets [ ] contain words, e.g. proposition numbers, added for convenience by the editor. In the translation, square brackets contain words added by the translator to facilitate understanding; round brackets ( ) are part of the normal punctuation.

In the Arabic text, the orthography of *hamza* and of the *alif maqṣūra* and the writing of numbers have been silently corrected. Trivial differences in pointing, e.g. *yakūn* for *takūn*, are not reported.

The diagrams are drawn mostly to accord with the text. Some features have been taken over from the extant diagrams, preference normally being given to MS **C**[62].

For the tables **S** has not been used because of difficulties with reading the copy available and the relatively low value that **S**-readings have in the rest of the text. Of the remaining manuscripts **CD** and **BT** form two groups in the transmission of the tables. Since there are many places where the **CD** reading and the **BT** reading cannot reasonably be explained as scribal mistakes in copying one from the other, it appears that **CD** are the representatives of one original and **BT** of another. Accordingly, it makes no sense – it does not bring us to the ancestor of **CBDT** – to mix **CD** and **BT** readings. Since, by comparison with recalculated values, **CD** is much better than **BT**, it was decided to reconstruct the original of **CD**; the **BT** original can be deduced from the apparatus, if desired. Thus **CD** readings are always preferred to those of **BT**, except where **BT** is closer to the calculated value and the **CD** reading could be understood as a scribal error in copying that of **BT**. Readings in the apparatus that are closer to the recalculated values than those accepted in the text are marked by an asterisk, *.

[61] For a detailed list of contents, see Toomer [1976], pp. 26–31. The date 867H is on the first page, originally the last, of MS 393.

[62] For special difficulties of the diagrams with letters used twice, see above, last paragraph in section 4.



### *12. Mathematical symbols*

The notation usual in English mathematical textbooks is used here, e.g. $\therefore$ = "therefore", $\because$ = "since", $A\hat{B}G$ = "angle $ABG$", $\hat{B}$ = "angle $B$", $\widehat{AB}$ = "arc $AB$", $\Delta$ = "triangle", $\|$ = "is parallel to", $\perp$ = "is perpendicular to", $\sim$ (of triangles) = "is similar to", $\sim$ (of quantities) means the positive difference. To these we may add $\odot$ = "circle", Cd = "chord".

$\theta = \alpha(\beta)\gamma$ means that $\theta$ takes the value of $\alpha$ and then is increased in steps of $\beta$ until it reaches $\gamma$.

The medieval Arabic *jayb* is represented by "Sin". In a circle of radius $r$, Sin $AB = r\,\sin AB$.

A horizontal line over a quantity indicates the complement of the quantity; thus $\bar{\delta}$ means $90° - \delta$.

# Al-Farghānī

## On the Astrolabe

Arabic Text and English Translation

بسم الله الرحمن الرحيم وبه أستعين

الحمد لله رب العالمين كثيراً وصلى الله على محمد النبى وعلى آله وسلم كثيراً

قال أحمد بن محمد بن كثير الفرغانى إن المتقدمين من العلماء بحساب النجوم
إنما أدركوا علم حركات الفلك وما يعرض فيه بالمواظبة على النظر والقياس
5 وكان أكثر ما استدلوا به من آلات المقاييس الآلة التى تسمى ذات الحلق
وكانوا عملوها على ما تبين لهم من هيئة الفلك فى استدارة حركاته
وخاصةً الحركتين الأوليين أعنى حركة الفلك الأعظم المدير للأفلاك كلها من
المشرق إلى المغرب وحركة الفلك المائل التى للكواكب كلها من المغرب إلى
المشرق وهذا الفلك هو فلك البروج وقطباه يدوران على قطبى الفلك الأعظم
10 والعلة فى صحة ما استدلوا به من هذه الآلة واضحة لأهل المعرفة بالهندسة
ورأيناهم عملوا الآلة التى تسمى الأسطرلاب مبطحة على غير خلقة الفلك
استدلوا بها على كثير من حركات الفلك واختلاف الليل والنهار فى أقاليم
الارض وأجروا الأمر فى صنعتها والقياس بها على ما يلزم معه الحاجة إلى
معرفة العلة فى هيئتها وصحة دلالتها ولم يبلغنا أن أحداً منهم بين ذلك ولا
15 رسمه فى كتاب فكان استعمال الناس إياها على جهة التقليد لهم وإن ما

1 بسم ] *lin. 1–30: v. append. ad textum* S   1 أستعين] ثقتى C   2 الحمد ... كثيراً ] *om.* C
7 وخاصةً ] وبخاصة C   8–9 المشرق ... وحركة ] *om.* B   9 قطبى ] قطب B   11 مبطحة ] نطحه B, سطحه
C   13 وأجروا ] واحدوا B



In the name of God, the Merciful, the Compassionate. With Him I seek help.

Praise to God, Lord of the Worlds, abundantly. May God bless the Prophet Muḥammad and his family and give [him] peace abundantly.

Aḥmad ibn Muḥammad ibn Kathīr al-Farghānī said: the former scholars of mathematical astronomy [*ḥisāb al-nujūm*] reached the understanding of the motions of the sphere[1] and what appears in it by perseverence in theory [*naẓar*] and observation [*qiyās*]. The observational instrument with which they achieved most was the instrument that is called the armillary sphere [*dhāt al-ḥalaq*]. They made it according to what was clear to them of the form of the sphere in the circularity of its motions and especially the two principal motions, i.e. the motion of the greatest sphere, which turns all the spheres from east to west, and the motion of the oblique sphere, which belongs to all the planets, from west to east – this sphere is the sphere of the signs and its poles rotate about the poles of the greatest sphere. The reason for the correctness of what they achieved with this instrument is plain to those versed in geometry. We have seen that they [also] made the instrument, called the astrolabe, flat [*mubaṭṭaḥ*], different from the shape of the sphere. With it they found [the explanation of] much of the motions of the sphere and the difference of night and day in the climates of the Earth. In constructing it and observing with it they proceeded according to what is required by the need to understand the reason for what it looks like and the correctness of what it shows. It has not reached us that any of them explained that or laid it down in a book. People's use of it was by way of following their [*sc.*the former scholars'] tradition.

[1] *falak.* In this introduction the word *kura* occurs only in the combination *kurat al-falak*, which is translated as "sphere of the heavens".

يخرج بها من حركات الفلك موافق لما يخرج بآلة ذات الحلق وما يخرج أيضاً
بالحساب وإن لم يكن فى ذلك برهان على صحتها ولا دليل على علتها فكان
ما ذكرنا من اشتباه الأمر فيها مما دعا عدة ممن يوصف بالعلم فى زماننا إلى
أن زعموا أنها ليست بمعمولة على الحقيقة وتوهموا أن يكون المبتدئ لصنعتها
اعتسف عملها على غير صحة ولا يقين فوضعوا بقدر بلوغ المعرفة فى ذلك 20
سبيلاً يدلون بها على صنعة الأسطرلاب على ما يصح عليه عندهم على
خلاف ما لم يزل يعمل عليه ظناً وتخيلاً فلذلك وضعنا كتاباً جامعاً نبين فيه
صحة ما عمله الأولون من هيئة الأسطرلاب ووجه العلة فيها وحقيقة دلالتها
واستخراج مقادير جميع الدوائر التى تتشكل فى الأسطرلاب عن كرة الفلك
وصفة تخطيطها فيها لجميع نواحى الأرض وإبطال كل ما خالف من هيئة عملها 25
الوجه الذى عمل عليه القدماء ونأتى على كل باب من ذلك بدلائل واضحة
وبرهانات هندسية فى اختصار من الوصف وإيجاز من القول وبقدر ما
يستطيع فهمه المتوسط فى العلم بالهندسة وحساب النجوم وإن احتجنا فى
شىء مما تدل عليه إلى استشهاد شىء مما وضعه العلماء فى كتبهم أمررناه
صفحا فقط وجعلنا ما رسمنا فى كتابنا هذا لحسن التقدير فى سبعة أنواع ، 30
النوع الأول فى تقديم أشكال هندسية يستدل بها على علة هيئة الأسطرلاب،

17 فكان ] وكان B 18 فيها ] منها C 18 دعا ] ادعى B 19 بمعمولة على الحقيقة ] بمعمول B 19 أن ] *hic incipit* T 19 لصنعتها ] بصنعتها T 21 على[1] ] إلى B 21 عليه ] *supra* T 21 على[3] ] وعلى BT 22 ظناً وتخيلاً ] يقنا وبحيلا C 22 ظناً ] تظنًا T 22 كتاباً ] كتابنا C, كتابنا هذا T 23 عمله ] عمل BT 24 عن ] على B 25 وصفة ] جميع *add.* B 25 من ] جميع *add.* BT 25 عملها ] علمها C 26 الوجه ] بالوجه B 26 بدلائل واضحة ] بدليل واضح B 27 وبرهانات ] وبرهان, *corr. marg. in* وبرهانات T 28 فهمه ] *om.* C 28 وحساب ] والحساب *supra* T 29 إلى ] *om.* B 29 وضعه ] وضعوه B 30 الحسن ] لحبس B 31 النوع الأول ] آ *etc. pro his formulis* T 31 علة ] *om.* C



The motions of the sphere that are obtained by it are consistent with what is obtained by the armillary sphere and also [with] what is obtained by calculation, though there is in that no proof of its correctness and no evidence of its theoretical basis. The dubiousness of the matter in it that we have mentioned induced a number [of people] renowned in our time for knowledge to maintain that it cannot be made according to reality; they imagined that the one who undertook to make it made it at random, not strictly correct and not [based on] safe knowledge. They laid down a method as far as they understood the matter, leading to the making of the astrolabe according to what they thought to be right, contrary to its still being made according to supposition and imagination. So I wrote a comprehensive book in which I demonstrate the correctness of the form of the astrolabe as made by the Ancients [*al-awwalūn*], its theoretical basis, the truth of what it shows, the obtaining of the sizes of all the circles that are formed on the astrolabe to replace the sphere of the heavens, the description of their construction on it for all regions of the Earth, the refutation of everything in the form of its construction which contradicts the way in which the Ancients [*al-qudamā'*] proceeded. We shall accomplish each chapter of that with clear demonstrations and geometrical proofs in an abbreviated form of description, in few words, and in such a way that one of middle standing in the science of geometry and mathematical astronomy can understand it. If I need, in something that it shows [i.e. some astronomical phenomenon shown by the astrolabe], to have recourse to the testimony of something laid down by the scholars in their books, I only pass over it superficially. For a good distribution of what I have laid down in this book of mine, I have divided it into seven chapters: the First Chapter, on setting out geometrical propositions leading to the rationale of the form of the astrolabe;

النوع الثانى فى تبيين علة هيئة الأسطرلاب وأن جميع ما يتشكل فى كرة
الفلك من الدوائر فإنه يتشكل فى سطح الأسطرلاب دوائر وخطوطاً
مستقيمة ، النوع الثالث فى معرفة استخراج مقادير الدوائر التى تقع فى
35 سطح السطرلاب ومواضع مراكزها بالحساب ، النوع الرابع فى وضع مقادير
الدوائر وأقسامها ومواضع مراكزها لجميع الأقاليم فى الجداول ، النوع الخامس
فى صفة تخطيط الأسطرلاب على ما لم يزل يعمل عليه من جهة القطب
الشمالى ، النوع السادس فى صفة تخطيط الأسطرلاب على جهة القطب
الجنوبى ، النوع السابع فى أن جميع ما يتوهم من هيئة تخطيط الأسطراب
40 مخالفاً لما وصفناه غير ممكن فى العمل ولا صحيح فى القياس .

## النوع الأول

### فى تقديم أشكال هندسية يستدل بها على علة هيئة الأسطرلاب

[1] فلنبتدئ فى تقديم أشكال عظيمة المنفعة فى صناعة الهندسة
فنخط دائرة ا ب ج د ونخرج قطرها عليه ا ج ونجيز على نقطة ا خط ه ز
5 يماس الدائرة ونخرج فى الدائرة وتر ب ح كيف ما وقع ونخرج خطى ج ب
ح ج وننفذهما على استقامة إلى خط ز ه فيقطعانه على نقطتى ك ط ،

32 هيئة ] om. CBS   33 وخطوطاً ] وخطوط BC   34 معرفة ] om. T   35-36 مقادير ... ومواضع ] om. C
36 مراكزها ] مركزها BS   36 الأقاليم ] أقاليم الأرض BTS   37 صفة ] om. C   39 من ] فى C
40 وصفناه ] وصفنا BS, وضعنا T   2 هندسية ] هندسة BK   2 يستدل ... الأسطرلاب ] om. CBS
2 علة ] M, om. TLK, lac. P   3 أشكال ] add. هندسية S   3 عظيمة ] عظيم C   3 الهندسة ] الأسطرلاب S
4 فنخط ] فنجد B, فنرسم S   4 خط ] add. supra عليه T   4 ه ز ] ه و B   5 فى الدائرة ] supra T
6 نقطتى ] نقطة S



the Second Chapter, on the demonstration of the theoretical basis of the form of the astrolabe and that all the circles formed on the sphere of the heavens are formed in the plane of the astrolabe as circles and straight lines; the Third Chapter, on knowing how to obtain by calculation the quantities of the circles that occur in the plane of the astrolabe and the positions of their centres; the Fourth Chapter, on establishing in tables the quantities of the circles and their divisions and the places of their centres for all the climates; the Fifth Chapter, on the manner of delineating the astrolabe as it is always made, with respect to the north pole; the Sixth Chapter, on the manner of delineating of the astrolabe with respect to the south pole; the Seventh Chapter, on [the assertion] that all that is imagined of the form of delineating the astrolabe different from what we describe is not possible in practice and not correct in [its] application.

## *Chapter 1*

### *On presenting geometrical propositions, from which conclusions can be drawn on the rationale of the form of the astrolabe*

[1] Let us begin by presenting propositions of great usefulness in the art of geometry. We describe circle $ABGD$ and draw its diameter, on which are $A$ $G$; through point $A$ we pass line $EZ$ tangent to the circle; in the circle we draw chord $BH$, however it falls; we draw lines $GB$ $HG$ and produce them in a straight line to line $ZE$ to cut it at points $K$ $T$.

فأقول إن مثلث جـكط يشبه مثلث جـحب وزاوية طكجـ مثل زاوية
جـحب وزاوية كطجـ مثل زاوية حبجـ .

برهان ذلك أن نخرج من نقطة ب عموداً إلى قطر اجـ عليه ب ل
ونخرج خط اب فزاوية ابجـ قائمة لأنها على قطر الدائرة وقد أخرج منها 10
إلى قطر اجـ عمود بل فمثلثا ابل لبجـ متشابهان ويشبهان لمثلث ابجـ
فزاوية لبجـ مساوية لزاوية باجـ ولكن زاوية لبجـ مساوية لزاوية اكجـ
لأن خطي اك لب متوازيان فزاوية اكجـ مساوية لزاوية باجـ وزاوية
باجـ مساوية لزاوية بحجـ لأنهما على قاعدة واحدة فزاوية اكجـ مساوية
لزاوية بحجـ وزاوية بجـح مشتركة فتبقى زاوية حبجـ مساوية لزاوية 15
كطجـ وذلك ما أردنا أن نبين .

9 أن] انا S 9 عموداً إلى قطر اجـ] إلى قطر اجـ عموداً BS 9 ب ل] بد B 10 على قطر] في نصف قطر B 11 عمود] عموداً C 11 ويشبهان] *om.* BSP, ومشابهان ML, مساويان K 12 لبجـ[1]] ابجـ C
12 باجـ] بلجـ C 12 لبجـ[2]] ابجـ C 12 مساوية[2]] مساوٍ S 13 باجـ] *om.* C
15 فتبقى] *marg.* B



*I say:* triangle *GKT* is similar to triangle *GHB*, angle *TKG* is equal to angle *GHB* and angle *KTG* is equal to angle *HBG*.

[Fig. 1.1]

*Proof:* from point *B* we draw a perpendicular to diameter *AG*, on which are *B L*; we draw line *AB*, and so angle *ABG* is right, because it is on the diameter of the circle. From it perpendicular *BL* has been drawn to diameter *AG*. Therefore triangles *ABL LBG* are mutually similar and similar to triangle *ABG*. Therefore angle *LBG* is equal to angle *BAG*. But angle *LBG* is equal to angle *AKG*, since lines *AK LB* are parallel. Therefore angle *AKG* is equal to angle *BAG*. And angle *BAG* is equal to angle *BHG*, since they are on the same base. Therefore angle *AKG* is equal to angle *BHG*. And angle *BGH* is common: therefore there remains angle *HBG* equal to angle *KTG*. Q.E.D.

[2] وإذ قدمنا هذا الشكل فلنبين أن كل مخروط قاعدته دائرة تحيط
به كرة ويخرج قطر الكرة من نقطة رأس المخروط ثم يقام على نقطة طرف
القطر المقابلة لنقطة رأس المخروط سطح يماس الكرة ويخرج سطح المخروط
على استقامة حتى يفصل السطح المماس للكرة فإن فصله المشترك دائرة ٠ 20

مثال ذلك مخروط ا ب ج د قاعدته دائرة ب ج د وقطرها ب د ورأس
المخروط نقطة آ تحيط به كرة ا ب ز ح ه وقد أخرج من نقطة رأس المخروط
قطر الكرة عليه آ ز وأقيم على نقطة ز سطح مستقيم الخطوط يماس الكرة
عليه ط ق ى وأخرج سطح المخروط الذى يبتدئ من نقطة آ وينتهى إلى

17 وإذ ] فإذا SL, وإذا K   17 أن ] بأن T   18 المخروط ] انتقام عليه *add. et del.* T   19 القطر ] *repet.* C   20 فصله ] سطح S   21 ا ب ج د ] اح C   22 نقطة¹ ] *om.* S   22 آ ] *om.* B   22 ا ب ز ح ه ] ا ب د ز ح ه T, ا ب ز ح SM   23 سطح ] سطحاً C   24 ط ق ى ] طمن B, ط ف ى S (*hic et saepius*)   24 يبتدئ ] به *add.* C



[2] Now that we have set out this proposition, let us prove that [for] every cone whose base is a circle contained by a sphere, [if] the diameter of the sphere is drawn from the apex-point of the cone, and then at the end-point of the diameter opposite to the apex-point of the cone a plane is extended tangent to the sphere, and the surface of the cone is extended in continuation [*'alā istiqāma*] until it cuts the surface tangent to the sphere, then the common section is a circle.

[Fig. 1.2]

*Example*[2]: cone $ABGD$, whose base is circle $BGD$ (whose diameter is $BD$) and the apex of the cone is point $A$, [and the cone] is contained by sphere $ABZHE$. From the apex-point of the cone the diameter of the sphere is drawn, on which are $A$ $Z$. Tangent to the sphere at point $Z$ a rectilinear plane is erected, on which are $T$ $Q$ $Y$. The surface of the cone, which begins at point $A$ and ends at

[2] The reader may find the diagram in the mathematical summary more convenient.

25 قاعدة ب‌جد على استقامة إلى سطح طقى فصار فصلهما المشترك خط
كل‌طن ، فأقول إن خط كل‌طن يحيط بدائرة .

برهان ذلك أن يصير سطح دائرة ا‌ب‌زح يفصل كل واحد من الكرة
والمخروط بنصفين ونخرجه على استقامة إلى سطح طقى فدائرة ا‌ب‌زح
هى الفصل المشترك للكرة والسطح الذى يفصلها وقطرها وقطر الكرة خط از
30 ومثلث ا‌ب‌د هو الفصل المشترك للمخروط والسطح الذى يفصله وخط طى
هو الفصل المشترك لسطح طقى والسطح الذى يفصله وخط طك هو
الفصل المشترك لسطح كل‌طن والسطح الذى يفصله وتبين أن خط اب هو
أقصر الخطوط التى تخرج من نقطة ا إلى قاعدة ب‌جد وخط اد هو أطولها
وعلى هذا المثال يفصل كل مخروط فى كرة حتى يكون هذان الخطان من
35 المخروط فى السطح الذى يفصل المخروط ونقسم خط طك بنصفين على
نقطة م ونخرج من نقطة م خطاً إلى أى موضع شئنا من خط كل‌طن
ويتبين أنه مثل خط كم فلنخرج خط مل وخطى كل لط ونخرج سطح
المخروط والسطح الذى يفصل السطوح جميعاً على استقامة ونتوهم سطح
س‌لع يفصل سطح كل‌طن الذى يفصل المخروط والمخروط على نقطة ل
40 ويوازى دائرة ب‌جد فتبين أن سطح س‌لع دائرة على ما بين محمد بن

---

25 طقى ] طقن B 27 يصير ] يقدّر B, ان يقدّر S 28 استقامة ] استقامته S 29 والسطح ] للسطح B 29 يفصلها ] يفصلهما S 29 وقطرها ] om. KP 29 وقطر ] om. SL, فقطر P 30 ابد ] ابجد B 32 وتبين ] ويبين CLKP, وسين S 33 التى ] marg., الذى in textu, T 33 نقطة ] om. B 33 اد ] ار B 35 طك ] طب C 36 نقطة[2] ] om. C 36 خطاً ] marg. T 37 ويتبين ] ونبن T 37 ويتبين أنه ] وبحمله B 37 خط[1] ] supra T 38 والسطح ] والخط C 38 ونتوهم ] ان add. C 39 والمخروط ] BSKP, om. CL, marg. T, فالمخروط M 40 بين ] سين S



base *BGD*, is extended in continuation to plane *TQY*, their common section becomes *KLTN*. *I say:* line *KLTN* contains a circle.

*Proof:* the plane of circle *ABZH* comes to bisect both the sphere and the cone. We extend it in continuation to plane *TQY*. Therefore circle *ABZH* is the common section of the sphere and the plane that cuts it, and its diameter and the diameter of the sphere is line *AZ*; triangle *ABD* is the common section of the cone and the plane that cuts it; line *TY* is the common section of plane *TQY* and the plane that cuts it; and line *TK* is the common section of plane *KLTN* and the plane that cuts it. It is clear that line *AB* is the shortest of the lines that emerge from point *A* to base *BGD* and line *AD* is the longest of them. In this way every cone in a sphere is cut so that these two lines from the cone are in the plane cutting the cone. We bisect line *TK* at point *M*, and from point *M* we draw a line to any place we want on line *KLTN* – it will become clear that it is equal to line *KM*. Let us draw line *ML*[3] and lines *KL LT*. We extend in continuation the surface of the cone and the plane that cuts all the planes. We imagine plane *SLO* [1] cutting plane *KLTN*, which cuts the cone, [2] [cutting] the cone at point *L* and [3] parallel to circle *BGD*. So it is clear that surface *SLO* is a circle, as Muḥammad ibn

---

[3] *L* is the "any place" on line *KLTN*.

موسى فى كتابه فى الكرة وليكن خط س ع هو الفصل المشترك لدائرة س ل ع
وسطح ا ز ط الذى يفصل الأشكال جميعاً ويقطع خط ك ط على نقطة ف
ولكن سطح ا ز ط يفصل سطحى دائرتى ب ج د س ل ع وهما متوازيتان وفى
مخروط واحد وخطا س ع د ب هما الفصلان المشتركان وخط د ب هو قطر
45 دائرة ب ج د فخط س ع قطر دائرة س ل ع فسطحا ك ل ط ن وس ل ع
يتفاصلان على نقطة ل وهما جميعاً قائمان على سطح ا ز ط على زاوية قائمة
على خطى س ع ط ك ففصلهما المشترك عمود على سطح ا ز ط على ما بين
أوقليدس وهو خط ل ف وزاوية ا ز ط قائمة من أجل أن خط ا ز عمود على
سطح ط ق ى المماس فهو يحيط مع كل خط يخرج من نقطة ز فى سطح
50 ط ق ى بزاوية قائمة وقد بينا فيما تقدم أن زاوية ز ط ا مثل زاوية
ا د ب وزاوية ا د ب مثل زاوية ا س ع فزاوية ا س ع مثل زاوية ز ط ا وزاوية
ك ف س مثل زاوية ط ف ع وبقيت زاوية ط ع ف مثل زاوية س ك ف فمثلثا
س ف ك ف ط ع متشابهان فضرب ك ف فى ف ط مثل ضرب س ف فى
ف ع ولكن ضرب س ف فى ف ع مثل ضرب ل ف فى مثله لأن خط ل ف

43 ولكن ] CSML, وليكن BTKP 43 متوازيتان ] متوازيان BTSLP 43 وفى ] فى T 44 مخروط ] المخروط C 44 الفصلان ] القطران S 44 د ب² ] ر ب B 44–45 قطر دائرة ] القطر لدائرة S 46 نقطة ل ] نقطتى ل ط S 46 ا ز ط ] ا ط C 48 أوقليدس ] اقلودس B, اقليدس TSP, اوقلبس L 48 ل ف ] ك ل B 48–50 وزاوية ... قائمة ] om. S 48 قائمة ] om. B 48 ا ز ] ا ن B 49 فهو ] TMLKP, وهو CB 50 ز ط ا ] ز ط B 51 ا د ب¹ ] ا ر ب B 51 ا د ب² ] ا ر ب B 52 ط ع ف ] ع ط, ق supra, ط ع ف marg., T 52 فمثلثا ] ومثلثا B 53 ف ط ] مثله T, ف ط supra

41 موسى ] بن شاكر add. T
48 أوقليدس ] ما من نط infra S, التاسع عشرين من المقالة الحادى عشر من كتابه (sic) فى السطح add. in textu P, فى كتابه add. M
52 ط ف ع ] لكونهما متقابلين add. S



Mūsā[4] proved in his book on the sphere. Let line *SO* be the common section of circle *SLO* and plane *AZT*, which cuts all the figures, and it intersects line *KT* at point *F*. But plane *AZT* cuts the planes of circles *BGD SLO*, which are parallel and in one cone. Lines *SO DB* are the common sections and line *DB* is the diameter of circle *BGD*. Therefore line *SO* is the diameter of circle *SLO*. Therefore planes *KLTN* and *SLO* cut each other at point *L* and they both stand on plane *AZT* at a right angle on lines *SO TK*. Therefore their common section is perpendicular to plane *AZT*, as Euclid[5] proved, and it is line *LF*. Angle *AZT* is right, since line *AZ* is perpendicular to the tangent plane *TQY*, and therefore with every line emerging from point *Z* in plane *TQY* it contains a right angle. We have already proved in the preceding that angle *ZTA* is equal to angle *ADB*. Angle *ADB* is equal to angle *ASO*. Therefore angle *ASO* is equal to angle *ZTA* and angle *KFS* is equal to angle *TFO*[6]. There remains angle *TOF* equal to angle *SKF*. Therefore triangles *SFK FTO* are similar. So the multiplication of *KF* by *FT* is equal to the multiplication of *SF* by *FO*. But the multiplication of *SF* by *FO* is equal to the multiplication of *LF* by itself, because line *LF*

[4] "Ibn Shākir" *add.* P.
[5] S *infra* and P *in textu* give the reference: XI 19.
[6] "because they are opposite each other" *add.* S

55 عمود على خط سع و سع قطر دائرة سلع فضرب كف فى فط مثل
ضرب لف فى مثله فتبين أن زاوية كلط قائمة وقد قسم قطر كط
بنصفين على نقطة م وأخرج من نقطة م خط مل فخط مل مساوٍ لكل
واحد من خطى كم مط وبهذا التدبير تبين أن كل خط يخرج من نقطة م
إلى أى موضع من خط كلطن فإنه مساوٍ لكل واحد من خطى كم مط
60 فخط كلطن محيط بدائرة قطرها كط ومركزها نقطة م وذلك ما أردنا أن
نبين .

[3] وإذ قد وضح ما قدمنا من شكل المخروط فقد بقى أن نبين أن
الخط الذى يخرج من نقطة رأس المخروط ويمر على مركز قاعدته فى الكرة
فإنه لا يمر على مركز دائرة الفصل المشترك فى السطح المماس للكرة على
65 نقطة ز ولنعد الصورة ونقسم قطر قاعدة المخروط فى الكرة بنصفين على
نقطة د ونخرج من نقطة ا خط اد وننفذه إلى خط طك حتى يقع على
نقطة ه ونتعلم حيث قطع خط اه الدائرة نقطة م فخط جب قسم بنصفين
على نقطة د وقد أخرج من نقطة ا خط اد ينتهى إلى الخط ولا يمر على

56 فتبين ] وبن C, فنين B  57 نقطة[1] ] om. S  57 فخط مل مساوٍ ] مساوى B, فتساوى S, مساويا M
58 وبهذا ] وهذا T  58-59 من خط ... م ] om. C  59 موضع ] أخرج add. BTSMLK, P in corr.
59 فإنه ] فهو KP  59 مساوٍ لكل ] يساوى كل BS  59 لكل واحد ... مط ] لخط كم KP  62 وإذ ] CP:
فإذ BTML, فإذن S, وإذا K  63 يخرج ] خرج C  64 على[1] ] دائرة add. C  66 يقع على ] marg. T
67 خط ] om. BSM  68 أخرج ] خرج C  68 ا ] الف C

60 كلطن ] مساوٍ لكل واحد من خطى كم مط add. P
62 واعلم أنه يكون بين الدائرتين الكبار أقل من هذا البعد فتكون الدائرة الصغيرة أضيق مما هى add. B ante وإذ
64-65 الكرة ... على[2] ] مثال ذلك المخروط ابج رأسه نقطة ا تحيط به كرة ابج, B مثال ذالك مخروط ابج S وقطر دائرة المخروط خط بج ونقسم بج

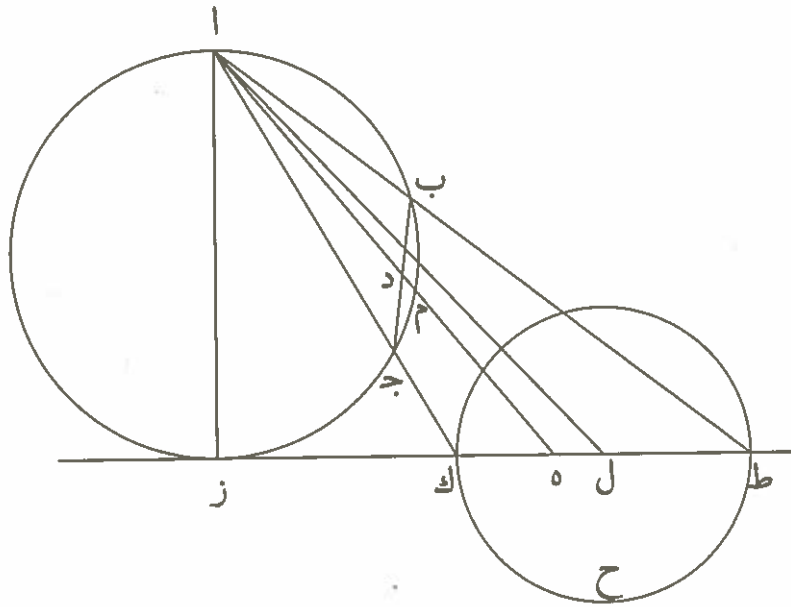


is perpendicular to line *SO* and *SO* is the diameter of circle *SLO*. Therefore the multiplication of *KF* by *FT* is equal to the multiplication of *LF* by itself. Therefore it is clear that angle *KLT* is right. Diameter *KT* has been bisected at point *M*. From point *M* a line *ML* is drawn. So line *ML* is equal to each of lines *KM MT*. Through this procedure it is clear that each line emerging from point *M* to any place on line *KLTN* is therefore equal to each of lines *KM MT*. Therefore line *KLTN* is the circumference of a circle whose diameter is *KT* and whose centre is point *M*. Q.E.D.

[3][7] Since what we have set out of the proposition of the cone has become clear, there remains for us to prove that the line emerging from the apex-point of the cone and passing through the centre of its base in the sphere does not pass through the centre of the circle of the common section in the plane tangent to the sphere at[8] point *Z*. Let us repeat the diagram. Let us bisect the diameter of the base of the cone in the sphere at point *D*. From point *A* we draw line *AD* and produce it to line *TK*, so that it falls on point *E*. Where line *EA* cuts the circle we mark point *M*. Line *GB* is bisected at point *D*. From point *A* line *AD* has been drawn, ending at the line and not passing through

[7] "Know that there is between the two great circles [a distance] less than this distance; so the small circle is narrower than it [is]" *add.* B before this proposition. No doubt this sentence was originally a marginal gloss on the previous theorem, but the meaning is unclear.

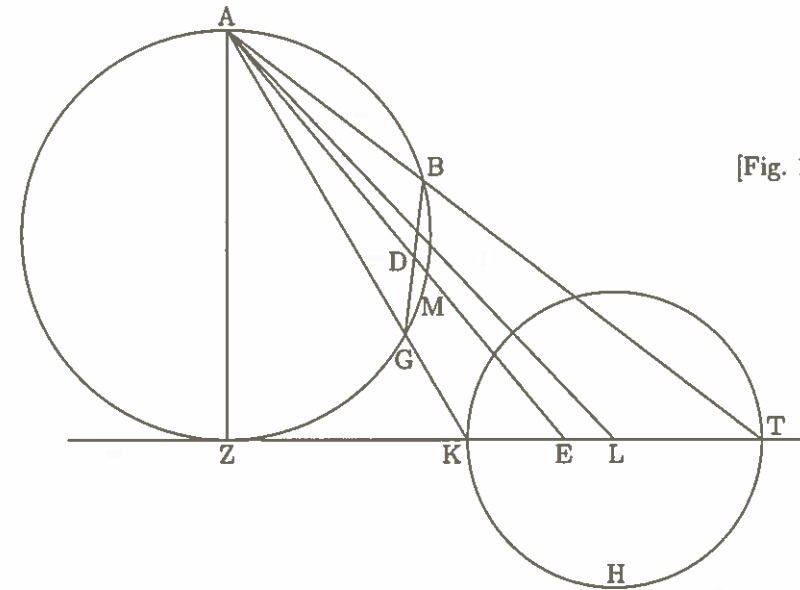
[8] For "at point *Z* ... sphere", S has: "Example: the cone is *ABG*, its apex point *A*, it is contained by sphere *ABG* and the diameter of the circle [*sic*] of the cone is line *BG*. We bisect *BG*"; B has only: "Example: cone *ABG*".

مركز الدائرة فقوس جم أصغر من قوس مب فزاوية جام أصغر من زاوية
مab فنفصل من زاوية ماب مع خط اب زاوية بال مثل زاوية جام ، 70
فأقول إن نقطة ل من خط طك مركز دائرة كحط .

برهان ذلك أن زاوية طال مثل زاوية جاد وزاوية لطا مثل زاوية
دجا وبقيت زاوية جدا مثل زاوية الط فمثلثا الط ادج متشابهان فنسبة
جا إلى اط كنسبة جد إلى طل وقد بينا فيما قدمنا أن نسبة جا إلى اط
كنسبة بج إلى طك فنسبة جد إلى طل كنسبة بج إلى طك وإذا بدلنا 75

70 اب ] لب S 70 جام ] جاد C 72 جاد ] جاب B 72–73 وزاوية ... دجا ] om. C 73 فمثلثا ] ومثلثا C 74 قدمنا ] BTS: تقدم CL, marg. T 75 فنسبة ] كنسبة BC 75 كنسبة² بج إلى طك ] om. C 75 وإذا ] واد C

69 الدائرة ] أى دائرة الكرة add. marg. T
74 قدمنا ] من تشابه مثلثى ابج اطى فى الشكل الأول add. S



the centre of the circle[9]. Therefore arc *GM* is smaller than arc *MB*. Therefore angle *GAM* is smaller than angle *MAB*. From angle *MAB* – [lying] along line *AB* – we cut off angle *BAL* equal to angle *GAM*. *I say:* point *L* of line *TK* is the centre of circle *KHT*.

[Fig. 1.3]

*Proof:* angle *TAL* is equal to angle *GAD* and angle *LTA* is equal to angle *DGA*: there remains angle *GDA* equal to angle *ALT*. Therefore triangles *ALT ADG* are similar. Therefore the ratio of *GA* to *AT* is as the ratio of *GD* to *TL*. In the preceding we have proved[10] that the ratio of *GA* to *AT* is as the ratio of *BG* to *TK*. Therefore the ratio of *GD* to *TL* is as the ratio of *BG* to *TK*. Then, *alternando*,

[9] "I.e. the circle of the sphere" *marg.* T. This sentence (and possibly the previous one) may be a superfluous insertion or it could be a statement of the proposition with reference to the diagram.
[10] "From the similarity of triangles *ABG ATY* in the first proposition [*or* in the first figure]" *add.* S.

فنسبة دج إلى جب كنسبة لط إلى طك وجد نصف خط بج فطل
نصف خط طك وطك هو قطر دائرة طحك فخط اد الذى خرج من نقطة
رأس المخروط ومرّ على مركز قاعدته فى الكرة قطع قطر طك على نقطة ه
على غير المركز وذلك ما أردنا أن نبين ·

## النوع الثانى

فى تبيين علة هيئة الأسطرلاب وأن جميع ما يتشكل فى كرة الفلك
من الدوائر فإنه يتشكل فى سطح الأصطرلاب دوائر وخطوطاً مستقيمة

فإذ قد وضح ما قدمنا من هذه الاشكال فقد سهل علينا طلب البرهان على
أن جميع ما يتشكل من الدوائر فى كرة الفلك فإنه يتشكل فى سطح
الأسطرلاب دوائر خلا الدوائر العظام التى تتقاطع فى كرة الفلك على
القطبين فإنها تتشكل فى سطح الأسطرلاب خطوطاً مستقيمة، وأقول قولاً
جامعاً إنه إذا فرضت دائرة فى صفيحة الأسطرلاب لمدار جزء من أجزاء الفلك
موازٍ لمعدل النهار فإن جميع ما يقع فى كرة الفلك فيما بين القطب الشمالى
ومدار ذلك الجزء فإنه يقع فى صفيحة الأسطرلاب وما كان فيما بين مدار
ذلك الجزء وبين القطب الجنوبى فإنه لا يقع فى صفيحة الأسطرلاب فما كان

---

76 خط ] om. S   76 فطل ] و طل C   77 خرج ] يخرج SL   78 ومرّ ] ومن C   78 قطع ] TMKP: فنضع C, فقطع B, يقطع S, تقطع L   78 قطر ] om. T   78 طك ] طل C   78 ه ] فهو add. S   79 على ] وعلى B   79 المركز ] فى السطح add. T   79 وذلك ] برهان add. B   79 نبين ] وهذه صورتها add. T   2 فى[1] ] على add. et del. S   2 تبيين ] بيّن T   3 وخطوطاً ] وخطوط CB   4 فإذ ] وإذ T   8 فى صفيحة ] من دوائر C, فى سطح (صفيحة supra) T   8 لمدار ] CT: بمدار BS   9 يقع ] عليه add. C

---

9 النهار ] يمر على اول الجدى add. S



the ratio of $DG$ to $GB$ is as the ratio of $LT$ to $TK$. $GD$ is half of line $BG$: therefore $TL$ is half of line $TK$. $TK$ is the diameter of circle $THK$. Therefore line $AD$, which emerges from the apex-point of the cone and passes through the centre of its base in the sphere, cuts diameter $TK$ at point $E$, not at the centre. Q.E.D.

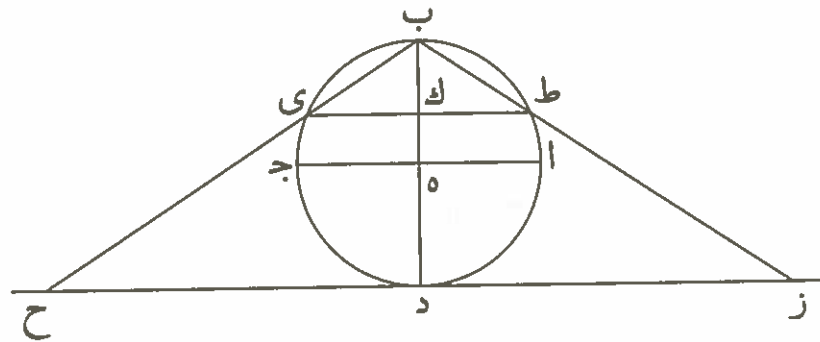
## *Chapter 2*

*On the demonstration of the rationale of the form of the astrolabe and that all the circles that are formed on the sphere of the heavens are formed in the plane of the astrolabe as circles and straight lines*

Now that what we have set out of these propositions has become plain, it is easy for us to look for the proof that all the circles that are formed in the sphere of the heavens are formed in the plane of the astrolabe as circles, except the great circles that intersect on the sphere of the heavens at the poles; they are formed in the plane of the sphere as straight lines. *I say*, to sum up, that when a circle on the astrolabe plate is supposed as the course of one of the degrees [*juz'*] of the sphere [*falak*] parallel to the equator[11], all that occurs in the sphere of the heavens between the north pole and the course of that degree occurs [likewise] in the astrolabe plate; and what is between the course of that degree and the south pole does not occur in the astrolabe plate. The

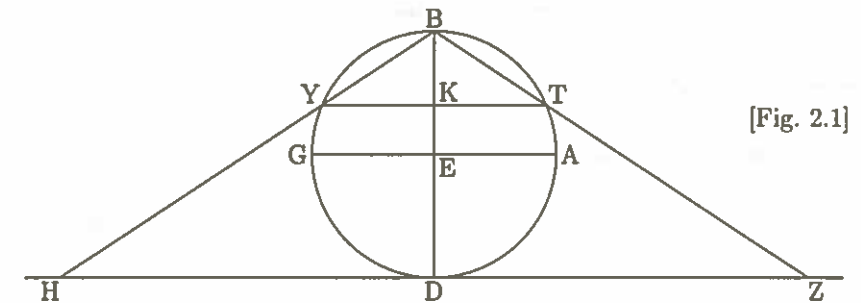
---

[11] Here the circle that is projected into the outermost circle of the astrolabe plate is meant. In the northern astrolabe this is normally the course of the first degree of Capricorn. — "going through the first point of Capricorn" *add.* S.

فيما بين القطب الشمالى ومدار ذلك الجزء من دوائر تامة فإنه يتشكل فى
سطح الأسطرلاب دوائر تامة وما انقطع منها فى كرة الفلك بمدار ذلك الجزء
انقطع فى سطح الأسطرلاب بالدائرة المحيطة بالصفيحة بحيث انقطع فى كرة
15 الفلك إذا كانت الأسطرلاب معمولة على القطب الشمالى فإذا كانت على
القطب الجنوبى كان على عكس ما ذكرنا ولكن نقدم البرهان على ما وصفنا
فى باب باب ثم نتبع ذلك باستخراج الحساب .

فلنخط دائرة فلك نصف النهار عليها ا ب جـ د على مركز ه ونخرج
قطريها يتقاطعان على زاوية قائمة ونجعل نقطة ب القطب الجنونى ونقطة د
20 القطب الشمالى فيكون خط اجـ قطر دائرة معدل النهار ولنتوهم سطحاً
مستقيم الخطوط يماس دائرة ابجد على نقطة د ونخرج فى السطح خط
زدح فنتوهم الدائرة المخطوطة على مركز د وببعد دح وقائمة على سطح
فلك نصف النهار على زاوية قائمة هى سطح الأسطرلاب ونريد أن نبين كيف
يتشكل فيها جميع ما يمكن رسمه مما فى كرة الفلك .

12 فيما] om. C 12 دوائر] دائرة C 12 فإنه يتشكل] فانها تتشكل CBT 13 دوائر] بالدوائر S
13 بمدار] فمدار C 14 بالدائرة] بالدوائر S 14 فى [2] من BS 15 الفلك] هذا add. BS 15 إذا] إذ
C 15 كانت [2] معمولة add. S 16 ما [2] om. B 18 فلنخط] فلتخطط C 19 زاوية] زوايا T
21 ابجد] ابجـ B 22 زدح] زد T 22 وقائمة] قائمة T 23 زاوية] زوايا T 24 مما] om. BS



complete circles between the north pole and the course of that degree are formed in the plane of the astrolabe as complete circles; and those of them that are severed [*inqaṭa'a*] on the sphere of the heavens by the course of that degree are severed in the plane of the astrolabe by the circle embracing the plate (just as they are severed on the sphere of the heavens) – when the astrolabe is constructed with respect to the north pole. When it is [constructed] with respect to the south pole, it is the opposite of what we mentioned. But we shall set out the proof of what we described item by item. That is followed [in Chapter 3] by devising the calculation.

[Fig. 2.1]

Let us describe the circle of the meridian, on which are $A$ $B$ $G$ $D$, about centre $E$ and draw its two diameters intersecting at a right angle. We make point $B$ the south pole and point $D$ the north pole; and so line $AG$ is the diameter of the equator circle. We imagine a rectilinear [i.e. one contained by straight lines] plane tangent to circle $ABGD$ at point $D$. In the plane we draw line $ZDH$ and we imagine the circle described about centre $D$ and with distance $DH$, standing on the meridian plane at a right angle – it is the plane of the astrolabe. We want to show how all that can be drawn of what is in the sphere of the heavens is formed on it [*sc.* the astrolabe plate].

[1] فنبين أولاً أن الدوائر العظام التى تتقاطع على قطبى معدل النهار 25
تتشكل فى سطح الأسطرلاب خطوطاً مستقيمة.

برهان ذلك أنه إذا أثبتت نقطة ب من خط ب د وأدير خط ب د على
دائرة ا ب ج د فإنه يمر فى سطح الأسطرلاب على خط ح ز ويعرف ذلك
بوجه آخر ، إن سطح دائرة ا ب ج د إذا أخرج على استقامة إلى سطح
الأسطرلاب حتى يفصله فإن فصلهما المشترك خط مستقيم وكذلك نبين أن 30
جميع الدوائر العظام التى تتقاطع على قطبى كرة الفلك وهى دوائر أنصاف
النهار والليل تتشكل فى سطح الأسطرلاب خطوطاً مستقيمة وتتقاطع جميعاً
على نقطة د .

ونخرج أيضاً من نقطة ب إلى نقطتى ز ح خطى ب ز ب ح يقطعان
دائرة فلك نصف النهار على نقطتى ط ى وبيّن أن قوس ا ط مساوية لقوس 35
ج ى ونخرج خط ط ى يقطع خط ب د على نقطة ك على زاوية قائمة
فالدائرة المخطوطة على مركز ك وببعد ك ط موازية لمعدل النهار فالمخروط
الذى قاعدته هذه الدائرة ورأسه نقطة ب قد أخرج سطحه على استقامة

25 معدل النهار ] الفلك C; كرة الفلك T   26 خطوطاً ] خطوط C   27 أثبتت ] أثبت C   27 ب د ¹ ] ب ر B   27 وأدير ] على add. S   28 ا ب ج د ] ا ب ج B   29 آخر ] وهو add. S   29 أخرج ] خرج B   29 إلى ] على C   30 فصلهما ] فصلها C   32 خطوطاً ] خطوط C   32 وتتقاطع ] تتقاطع C   33 على ] فى C   34 ونخرج ] محرح B   34 خطى ] خطين متساويين T; مثل supra T   34 ب ز ] ب د C   35 وبيّن ] ونبيّن BS, فبيّن T   36 ونخرج ] ومحى ط C   36 خط ² ] om. C   37 فالدائرة ] فالدوائر C   38 الذى ] التى T   38 الدائرة ] الدوائر C

34 ح ] وخطا د ر د ح متساويان add. B
34 ب ح ] ب ح ب ر فخطا متساويان د ر د ح وخطا (وخطا corr. ex وخطى) add. S



[1] We show first that the great circles that intersect at the poles of the equator are formed in the plane of the astrolabe as straight lines.

*Proof:* When point $B$ of line $BD$ is fixed and line $BD$ is rotated around circle $ABGD$, it passes in the plane of the astrolabe through line $HZ$. That is known in another way: when the plane of circle $ABGD$ is produced rectilinearly to the plane of the astrolabe so that it cuts it, then their common section is a straight line. Similarly we show that all the great circles that intersect at the poles of the sphere of the heavens, which are meridian circles [*dawā'ir anṣāf al-nahār wa 'l-layl*], are formed as straight lines, and they all intersect at $D$.

From point $B$ to points $Z$ $H$ we also draw lines $BZ$ $BH$[12], cutting the circle of the meridian at points $T$ $Y$. It is clear that arc $AT$ is equal to arc $GY$. We draw line $TY$ cutting line $BD$ at point $K$ at a right angle. Therefore the circle described about centre $K$ and with distance $KT$ is parallel to the equator. The surface of the cone whose base is this circle and whose apex is point $B$ is produced rectilinearly

[12] "lines $DZ$ $DH$ being equal, therefore lines $BZ$ $BH$" *add.* S; "and lines $DZ$ $DH$ are equal" *add.* B (in the wrong place, after "points $Z$ $H$").

إلى السطح المماس للقطب الشمالى وهو سطح الأسطرلاب ففصلهما المشترك
40 دائرة مركزها نقطة د من أجل أن الدائرتين متوازيتان فإذا أثبتنا نقطة ب من
خط ب ز وأدرنا خط ب ز على الدائرة المخطوطة على خط طى حتى يعود
إلى موضعه فإنه يمر على دائرة صفيحة الأسطرلاب أعنى الدائرة المخطوطة
على قطر زح ونبين أن أجزاء الفلك التى تقطع مداراتها فلك نصف النهار
فيما بين نقطتى د ط فإنها تقع فى سطح دائرة الأسطرلاب التى قطرها زح
45 وما كان مداره يقطع فلك نصف النهار فيما بين نقطتى ط ب فإنه لا يقع فى
سطح دائرة الأسطرلاب وقد تبين أيضاً أنه لا يمكن أن نرسم القطب
الجنوبى فى سطح الأسطرلاب المعمول على القطب الشمالى لأن السطحين
المماسين للكرة على قطبى د ب متوازيان لا يمكن أن يلتقيا ومع هذا فإن
القطبين ثابتان غير متحركين وكل ما وقع فى سطح الأسطرلاب خارجاً عن
50 قطبه فمتحرك فليس يمكن أن يقع القطبان جمياً فى الأسطرلاب ·

[2] وإذ قد وضح ما قدمنا فلنبين كيف تتشكل دائرة فلك البروج
فى سطح الأسطرلاب فنعيد الصورة ونجعل قوس اط مساوية لأجزاء ميل
فلك البروج عن فلك معدل النهار فتكون نقطة ط موضع رأس الجدى
وتكون دائرة الصفيحة المخطوطة على قطر دز لمدارات الأجزاء التى فيما بين

41 بز¹ ] بد CS; خ بى *infra* T   41 وأدرنا ] واخدنا C   41 بز² ] بد C, بب B; خ بى *supra* T   44 د ] ر C   46 تبين ] خ بينا *supra* T   47 فى سطح ... الشمالى ] *om.* BS   49 وكل ما ] وكلما BS   49 وقع ] *supra* B, قطع B *in textu*, يقع C   50 قطبه ] قطب S   51 قدمنا ] قد بينا S   51 فلنبين ] فلنبتدى C   51 فلك البروج ] الفلك الذى للبروج B   53 فلك ] *om.* T   53 ط ] *illeg.* B   54 قطر ] د ويبعد *add.* T

47 الشمالى ] وكذلك القطب الشمالى لا يمكن أن يرسم فى سطح الأسطرلاب المعمول على القطب الجنوبى *add.* T
50 الأسطرلاب ] وذلك ما أردنا أن نبين *add.* T



to the plane tangent to the north pole, which is the plane of the astrolabe: their common section is a circle whose centre is point $D$. Because the two circles are parallel, when we fix point $B$ of line $BZ$ and rotate line $BZ$ around the circle described on line $TY$ until it returns to its [original] position, it passes through the [maximum] circle of the astrolabe plate, i.e. the circle described on diameter $ZH$. We show that the degrees of the circle [*falak*] whose courses [madarāt] cut the meridian circle between points $D$ $T$ fall on the plane of the circle of the astrolabe whose diameter is $ZH$; and that [circle] whose course cuts the meridian circle between points $T$ $B$ does not fall in the plane of the astrolabe circle. It is also clear that we cannot draw the south pole in the plane of the astrolabe made for the north pole[13], because the planes tangent to the sphere at poles $D$ $B$ are parallel and it is impossible that they meet. Thus the poles are fixed, immobile; and all that falls in the plane of the astrolabe [in places] other than its pole is mobile. Therefore it is impossible that the two poles both occur in the astrolabe[14].

[2] Now that what we have set out has become plain, let us show how the circle of the zodiac is formed in the plane of the astrolabe. We redraw the diagram and make arc $AT$ equal to the degrees of declination of the zodiac circle from the equator circle. So point $T$ is the place of the beginning of Capricorn; and the circle of the plate described on diameter $DZ$ is for the courses of the degrees that are between

[13] "similarly, we cannot draw the north pole in the plane of the astrolabe made for the south pole" *add.* T.
[14] "Q.E.D." *add.* T.

55 القطب الشمالى ومدار رأس الجدى والخط المحيط بها لمدار رأس الجدى
ونخرج من نقطة ط قطر فلك البروج عليه ط ه ك فيكون قوس جك لأجزاء
الميل فى جهة الشمال ونخرج خط بك وننفذه إلى قطر الصفيحة يلقاه على
نقطة ل ونقسم خط زل بنصفين على نقطة م فأقول إن خط زل قطر فلك
البروج ومركزه نقطة م ·

60 برهان ذلك أن المخروط الذى قاعدته الدائرة المخطوطة على قطر كط
فى الكرة قد أخرج سطحه على استقامة إلى السطح المماس للكرة فالفصل
المشترك دائرة قطرها زل ومركزها نقطة م فإذا أثبتنا نقطة ب من خط بز
وأدرنا خط بز على دائرة فلك البروج فى الكرة حتى يعود إلى موضعه فإنه
يدور على دائرة فلك البروج فى الصفيحة ونقطتا ط ك من الكرة تقعان على
65 نقطتى ز ل فى الصفيحة وهما نقطتا الجدى والسرطان ولكن من أجل أن

55 المحيط ] للمحيط B 56 ك ] ل B 58 فأقول ] وأقول T 62 فإذا ] فإن S 64 ونقطتا ] ونقطة B 64 ط ] ا
B



the north pole and the course of the beginning of Capricorn, and its circumference is for the course of the beginning of Capricorn. From point $T$ we draw the diameter of the zodiac circle, on which are $T$ $E$ $K$. So arc $GK$ is for the degrees of declination on the north side. We draw line $BK$ and produce it to the diameter of the plate, meeting it at point $L$. We bisect line $ZL$ at point $M$. *I say:* line $ZL$ is the diameter of the zodiac circle and its centre is point $M$.

[Fig. 2.2]

*Proof:* the surface of the cone whose base is the circle described on diameter $KT$ in the sphere is produced rectilinearly to the plane tangent to the sphere: the common section is the circle whose diameter is $ZL$ and whose centre is point $M$. When we fix point $B$ of line $BZ$ and rotate line $BZ$ around the zodiac circle in the sphere until it returns to its [original] position, it rotates around the circle of the zodiac in the plate and its points $T$ $K$ of the sphere fall as points $Z$ $L$ in the plane – they are the [first] points of Capricorn and Cancer. But because

دائرة فلك البروج فى الكرة غير موازية لدائرة الصفيحة وقع مركز فلك
البروج خارجاً عن مركز الصفيحة.

[3] وقد تبين أيضاً مما قدمنا أن دوائر أنصاف النهار تتشكل فى
سطح الأسطرلاب خطوطًا مستقيمة تتقاطع على مركز الصفيحة وتلك الدوائر
70 هى التى تقسم فلك معدل النهار فى الكرة عند أقسام فلك البروج بأجزاء
مطالع الفلك المستقيم بالخطوط التى تمر على مركز الصفيحة تقسمه فى
الصفيحة أيضاً بتلك الأقسام وذلك ما أردنا أن نبين.

[4] فإذ قد وضح ما قدمنا فلنبين على إثر ذلك كيف تتشكل دوائر
الارتفاع فى سطح الأسطرلاب وهى الدوائر الموازية لسطح الأفق وأقطابها
75 جميعاً نقطة سمت الرأس فى الكرة ونبين أنها تتشكل فى الأسطرلاب دوائر
مراكزها جميعاً على خط نصف النهار مختلفة المواضع عليه فلنعد الصورة
ونأخذ من نقطة ج فى دائرة فلك نصف النهار قوس جب بقدر عرض
الإقليم ونخرج قطر به د وتبين أنه قطر دائرة الأفق ونخرج خطى جب
جد وننفذهما إلى خط زح فيقطعانه على نقطتى ز ل فالمخروط الذى
80 قاعدته دائرة الأفق فى الكرة ورأسه نقطة ج قد أخرج سطحه على استقامة
إلى سطح الصفيحة ففصلهما المشترك دائرة وقطرها زل ونأخذ أيضاً من نقطة
ب قوس بس ونجعلها ثلثين جزءًا ونخرج خط سع يوازى بد فيكون

67 البروج ] marg. B 68 مما ] بما T 68 دوائر أنصاف ] دائرة انتصاف B 69 خطوطًا ] خطوط C
70 الكرة ] الاكرة BS 71 تقسمه ] تقسمها CBTS 73 فإذ ] واذ T 73–137 فإذ ... أن نبين ] S vide
append. 73 ما ] بما T 74 لسطح ] بسطح T 74 وأقطابها ] وقطبها BT, وقطبيهما C 76 مراكزها ] مركزها
C 79 وننفذهما ] وتنفذها C 79 خط ] om. B 80 فى الكرة ] marg. B 81 ففصلهما ] فيفصلهما C, ففصلها
B 81 وقطرها ] فقطرها C, قطرها T 81 من ] marg. C



the circle of the zodiac in the sphere is not parallel to the circle on the plate, the centre of the zodiac falls outside of the centre of the plate.

[3] It is also clear from what we have set out that the meridian circles are formed in the plane of the astrolabe as straight lines intersecting at the centre of the plate. These circles are those which in the sphere divide the equator circle according to the divisions of the zodiac into degrees of ascension at *sphaera recta* by lines going through the centre of the plate, dividing it [*sc.* the equator circle] in the plate also into those divisions. Q.E.D.

[4] Now that what we have set out is clear, let us show after that how the altitude circles are formed in the astrolabe plate – they are the circles parallel to the horizon plane and their poles in the sphere are all the zenith. We also show that they are formed on the astrolabe as circles whose centres are all on the meridian line, in different places on it. Let us redraw the diagram and from point $G$ in the circle of the meridian let us take arc $GB$ in the amount of the latitude of the climate. We draw diameter $BED$; it is clear that it is the diameter of the horizon. We draw lines $GB$ $GD$ and produce them to line $ZH$: they cut it at points $Z$ $L$. The surface of the cone whose base is the horizon circle in the sphere and whose apex is point $G$ is produced rectilinearly to the plane of the plate. Their common section is a circle and its diameter is $ZL$. Also from point $B$ we take arc $BS$ and make it 30°. We draw line $SO$ parallel to $BD$. So

خط سع قطر الدائرة التى ارتفاعها عن دائرة الأفق ثلثون جزءًا ونخرج
خطى جس جع وننفذهما إلى خط زح فيقطعانه على نقطتى ن م فخط نم
قطر دائرة ارتفاع ثلثين جزءًا فى الصفيحة على مثل ما بينا فى دائرة الأفق 85
ونقسم قوس عس بنصفين على نقطة ف فنقطة ف سمت الرأس فى الكرة
لهذا الإقليم ونخرج خط جف وننفذه إلى خط زح يقطعه على نقطة ط
فنقطة ط سمت الرأس فى الصفيحة وبعدها من كل واحدة من نقطتى ل ز
تسعون جزءًا وزاوية طجن مثل زاوية طجم لأن قوسى عف فس
متساويتان وخط جا عمود على خط مط فقاعدة مط أقصر من قاعدة طن 90
من أجل أن نسبة مثلث مجط إلى مثلث طجن كنسبة قاعدة مط إلى
قاعدة طن وزاويتا مجط طجن متساويتان وخط جن أطول من خط جم
فإن فصلنا من خط جن مثل خط جم وهو جق وأخرجنا طق كان خطا
طج جق مثل خطى طج جم فمثلثا مجط طجق متساويان ومثلث طجن
أكبر من مثلث طجق فهو أيضاً أكبر من مثلث طجم فلذلك قاعدة طن 95
أطول من قاعدة طم فنقسم خط من بنصفين على ى فنقطة ى مركز دائرة
ارتفاع ثلثين جزءًا فى الصفيحة وأيضاً زاويتا لجم زجن متساويتان وبمثل
ما تقدم من البرهان تكون قاعدة لم أقصر من قاعدة زن وخطا ىن ىم
متساويان فخط ىل أقصر من خط ىز فنقسم زل بنصفين على ك فنقطة ك
مركز دائرة الأفق فى الصفيحة فقد تبين أن نقطة سمت الرأس وقعت فى 100

83 سع ] *om.* B 84 ن ] ر B 88 ل ز ] ن ل C, ل ز T 89 وزاوية ] زاوية B 89 عف ] عب BC
90 جا ] جاع C 90 عمود على ] يقطع C 91 نسبة ] تشبه C 93 من خط ] *repet.* B 93 خط [2] ] *om.* B
94 طجق ] كجق B 95 أكبر [2] ] أكثر T 96 على ى فنقطة ى ] على نقطة ى T 97 لجم ] جم B
99 متساويان ] متساوتان B



line *SO* is the diameter of the circle whose altitude from the horizon is 30°. We draw lines *GS GO* and produce them to line *ZH*; they cut it at points *N M*: so line *NM* is the diameter of the altitude circle in the plate, as we have shown in the horizon circle. We bisect arc *OS* at point *F*: point *F* is the zenith in the sphere for this climate. We draw line *GF* and produce it to line *ZH*, cutting it at point *T*. Point *T* is the zenith in the plate and its distance from points *L Z* is 90°. Angle *TGN* is equal to angle *TGM*, because arcs *OF FS* are equal. Line *GA* is perpendicular to line *MT*: base *MT* is shorter than base *TN*, because the ratio of triangle *MGT* to triangle *TGN* is as the ratio of base *MT* to base *TN* and angles *MGT TGN* are equal and line *GN* is longer than line *GM*. If we cut from line *GN* the equal of line *GM*, which is *GQ*, and we draw *TQ*, lines *TG GQ* are equal to lines *TG GM*. Therefore triangles *MGT* and *TGQ* are equal. And triangle *TGN* is greater than triangle *TGQ*, and so it is also greater than triangle *TGM*. Therefore base *TN* is longer than base *TM*. Therefore we bisect line *MN* at *Y*; so point *Y* is the centre of the circle of altitude 30 degrees in the plate. Again, angles *LGM ZGN* are equal, and, as is in the preceding proof, base *LM* is shorter than base *ZN*. Lines *YN YM* are equal , and so line *YL* is shorter than line *YZ*. We therefore bisect *ZL* at *K*: point *K* is the centre of the horizon circle in the plate. Now it is clear that the zenith point falls on

خط نصف النهار فى الصفيحة على طَ ومركز دائرة ارتفاع ثلثين جزءًا على ىَ ومركز دائرة الأفق على كَ وكذلك تبين أن جميع دوائر الارتفاع كل ما بعد منها من نقطة سمت الرأس كان مركزه فى الصفيحة أبعد من نقطة طَ مما قرب منها.

105 وقد تبين أيضاً أن دوائر الارتفاع إذا رسمت للموضع من الأرض الذى عرضه تسعون جزءًا كانت قوس جب تسعين جزءًا وكان قطر بد يقطع قطر اج على زوايا قائمة ويكون نقطة آ موضع سمت الرأس فى الكرة والصفيحة جميعاً وتقع دوائر الارتفاع فى الصفيحة متوازية مراكزها جميعاً نقطة آ وأما الموضع الذى لا عرض له فإن دائرة الأفق فيه تقع فى الصفيحة
110 خطاً مستقيماً لأن دائرة الأفق هناك هى إحدى الدوائر العظام التى تتقاطع

101 فى ] وفى C   102 تبين ] يتبين B   102 كل ما ] كلما BCT   104 قرب ] قر C   105 رسمت ] رُتّسنت
B   105 للموضع ] لموضع B   106 قوس ] om. B   106 تسعين جزءًا ] ٩٠ B   106 وكان ] كانت C
107 زوايا ] corr. ex زايا B, زاوية T   110 هناك ] هنالك B   110 هى ] من B   110 إحدى ] أحد BC



the meridian line at *T*, the centre of the circle of altitude 30° at *Y*, and the centre of the horizon circle at *K*. Similarly it is clear that, [of] all the altitude circles, whichever of them is farther from the zenith point, its centre in the plate is more distant from point *T* than [is the case for] those near to it.

[Fig. 2.3]

It is also clear that when the altitude circles are drawn for a place on the Earth whose latitude is 90°, arc *GB* is 90° and diameter *BD* cuts diameter *AG* at right angles and point *A* is the place of the zenith both in the sphere and in the plate. The altitude circles fall on the plate parallel, their centres all being point *A*. As for the place of no latitude, the horizon circle in it falls in the plate as a straight line, because the horizon circle there is one of the great circles that intersect

على قطبى الكرة وقد بينا أنها تقع فى الصفيحة خطوطاً مستقيمة فذلك ما
أردنا أن نبين.

[5] ولنبين على ما يتبع ذلك كيف تتشكل دوائر السمت فى سطح
الأسطرلاب وهى الدوائر العظام التى تتقاطع جميعاً فى كرة الفلك على نقطة
115 سمت الرأس والنقطة التى تقابلها فنخط دائرة فلك نصف النهار عليها ا ب جـ د
على مركز ه وقطر ا ه جـ ونجيز على نقطة ا خط ز ح يماس الدائرة كهيئة
عملنا فيما تقدم ونأخذ من نقطة جـ فى خط نصف النهار قوس جـ ب بقدر
عرض الإقليم ونخرج قطر ب ه د لدائرة الأفق ونقسم قوس د ا ب بنصفين
على نقطة ط فنقطة ط سمت الرأس ونخرج قطر ط ه ى فدوائر السمت فى
120 الكرة تتقاطع جميعاً فى دائرة نصف النهار على نقطتى ط ى ونخرج خطى
جـ ط جـ ى وننفذهما إلى خط ز ح فى سطح الصفيحة فيقطعانه على نقطتى ز
ح فنقطة سمت الرأس والنقطة التى تقابلها فى الكرة تقعان فى الصفيحة على
نقطتى ز ح ونقسم خط ز ح بنصفين على نقطة ك فنقطة ك مركز دائرة
سمت مطلع الحمل والميزان ومغربهما.

125 وأقول إن هذه الدائرة تقاطع دائرة الأفق فى الصفيحة للإقليم وخط
أفق الفلك المستقيم على نقطتين مشتركتين لهما جميعاً من أجل أن هذه
الدوائر الثلاث تتقاطع جميعاً فى كرة الفلك على نقطتى مطلع الاعتدال

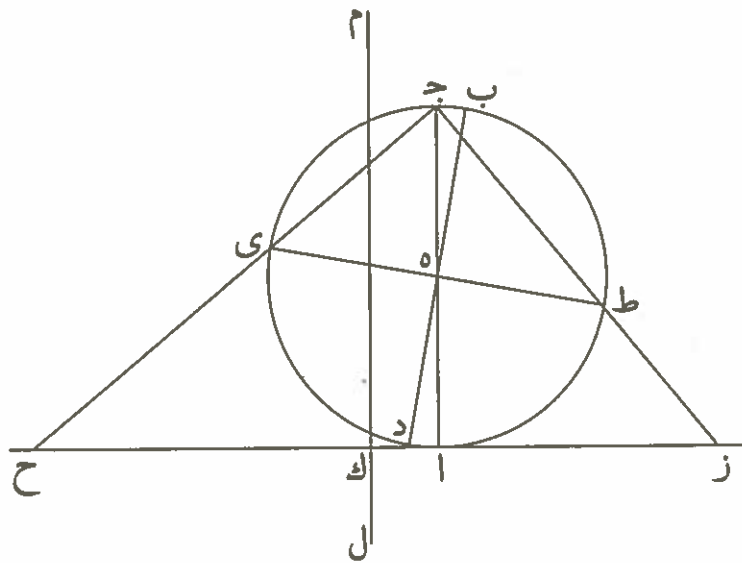
113 ذلك ] om. C  114 جميعاً ] om. B  118 ونخرج ] من add. C  118 ب ه د ] ب ه جـ C  118 داب ] زاب C  120 فى ] كرة add. T  125 الدائرة ] الدوائر B, in corr. T  125 للإقليم ] والاقليم B  126 الفلك ] فلك T  126 مشتركتين ] مشتركين C



at the poles of the sphere; we have shown that they fall in the plate as straight lines. Q.E.D.

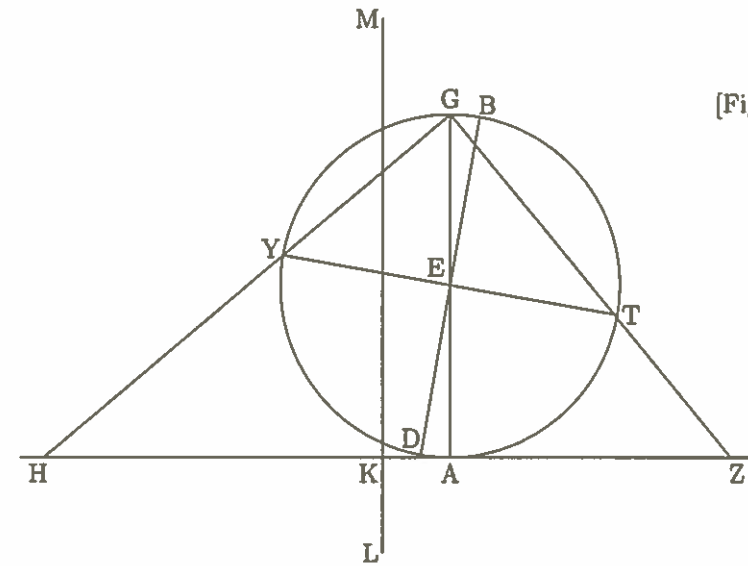
[5] Let us show, according to the sequence, how the azimuth circles are formed in the plane of the astrolabe – they are the great circles that all intersect on the heavenly sphere at the zenith point and the point that is opposite it. We describe the meridian circle, *ABGD*, about centre *E* and diameter *AEG*. Through point *A* we pass line *ZH* tangent to the circle, as we did in the preceding. From point *G*, in the meridian line, we take arc *GB* in the amount of the latitude of the climate and draw diameter *BED* for the horizon circle. We bisect arc *DAB* at point *T*: point *T* is the zenith. We draw diameter *TEY*. So the azimuth circles in the sphere all intersect on the meridian circle at points *T Y*. We draw lines *GT GY* and let them run through to line *ZH* in the plane of the plate: they cut it at points *Z H*. So the zenith point and the point that is opposite it in the sphere fall in the plate at points *Z H*. We bisect line *ZH* at point *K*: point *K* is the centre of the azimuth circle of the rising-point and setting-point of Aries and Libra.

*I say* that this circle intersects the horizon-circle on the plate for the climate and the horizon line of the *sphaera recta* at two points common to the two of them, because these three circles all intersect in the heavenly sphere at the points of rising and setting of the equinox, and the points of rising and setting of the equinox

ومغربه ونقطتا مطلع الاعتدال ومغربه تقعان فى الصفيحة على النقطتين
اللتين تتقاطع عليهما دائرة أفق الإقليم وخط أفق الفلك المستقيم فدائرة
سمت مطلع الاعتدال ومغربه التى قطرها خط زح ومركزها نقطة ك تقاطع 130
دائرة الأفق على تينك النقطتين ، وأقول أيضاً إنا إن أخرجنا خط لكم على
زاوية قائمة من خط زح فإن مراكز دوائر السمت جميعاً تقع على خط
لكم .

برهان ذلك أن دوائر السمت جميعاً تتقاطع على نقطتى ز ح لخط زح
وتر فى جميع الدوائر وقد قسم بنصفين على نقطة ك وأخرج خط لكم فى 135

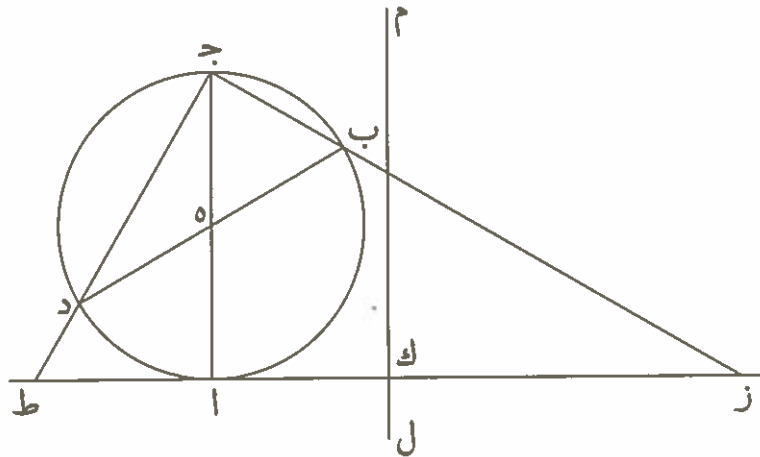
128 ونقطتا مطلع الاعتدال ومغربه ] om. C 128 ونقطتا ] فنقطتا T 128 مطلع ] om. B 129 أفق الإقليم ] الافق لإقليم T 131 إنا ] om. B 131 لكم ] الدم C 132 دوائر ] corr. ex دائر B 134 برهان ذلك ] برهانه T



fall on the plate at the two points at which the horizon circle of the climate and the horizon line of the *sphaera recta* intersect. So the azimuth circle of the rising-place and setting-place of the equinox, of which the diameter is line *ZH* and the centre is *K*, intersects the horizon circle at those two points. *I say also* that if we draw line *LKM* at a right angle to line *ZH*, the centres of the azimuth circles all fall on line *LKM*.

[Fig. 2.4]

*Proof*: the azimuth circles all intersect at points *Z*, *H*. Therefore line *ZH* is a chord in all the circles. It is bisected at point *K* and line *LKM* is produced in

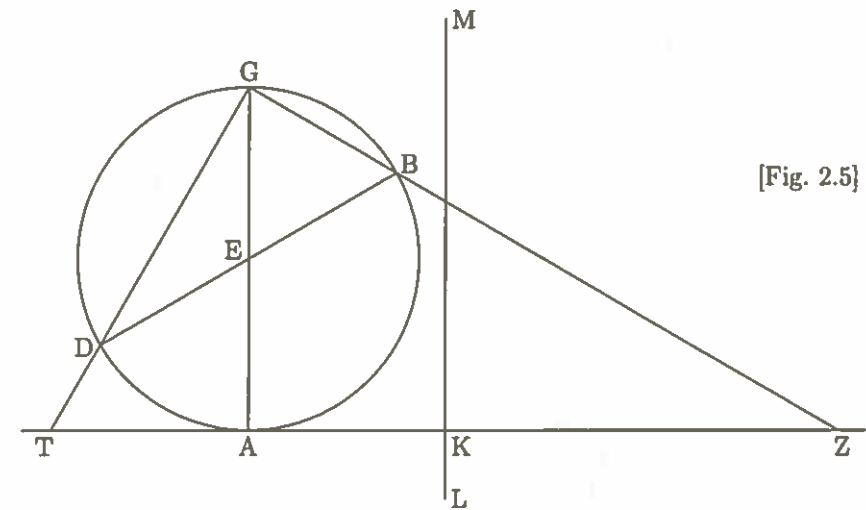
كلتى الجهتين يقطع خط زح على زاوية قائمة فخط لكم يمر على مراكز دوائر السمت جميعاً فى الصفيحة وذلك ما أردنا أن نبين ·

[6] ولنبين أيضاً كيف تتشكل فى سطح الأسطرلاب الدوائر العظام المخطوطة فى كرة الفلك على النقطتين اللتين تتقاطع عليهما دائرة الأفق ودائرة فلك نصف النهار وهى الدوائر التى تقسم مطالع البروج باختلاف فيما 140
بين دائرة الأفق ودائرة فلك نصف النهار فى كل إقليم·

فنخط دائرة فلك نصف النهار عليها ا ب جـ د على مركز ه وقطر اه جـ وتجيز على نقطة ا خط زح يماس الدائرة ونأخذ من نقطة جـ قوس جب بقدر عرض الإقليم ونخرج قطر الأفق عليه ب ه د ونخرج خطى جب جد

136 كلتى ] تلكى B, كلتا T 136 زاوية ] زوايا BT 136 مراكز ] مركز CT 137 دوائر ] دائرة C 137 أن نبين ] بيانه C 138 ولنبين أيضاً ] فلنبين أيضاً ما بينا وضع قد وإذ S 139 فى ] على S 139 دائرة ] دوائر C 140 ودائرة ] om. S 141 دائرة ] دوائر C 142 على ... اه جـ ] om. BS 142 اه جـ ] اه ع C 144 جب جد ] جد د B



both directions cutting line *ZH* at a right angle. Therefore line *LKM* goes through the centres of all the azimuth circles on the plate. Q.E.D.

[6] Let us also show how in the plane of the astrolabe the great circles are formed [which are] drawn in the heavenly sphere through the two points at which the horizon circle and the circle of the meridian intersect, which are the circles that divide the ascensions of the signs unevenly between the horizon circle and the circle of the meridian in every climate.

[Fig. 2.5]

We describe the circle of the meridian, *ABGD*, on centre *E* and diameter *AEG*. Through *A* we pass line *ZH* tangent to the circle. From point *G* we take arc *GB* in the amount of the latitude of the climate and we draw the diameter of the horizon, *BED*. We draw lines *GB*, *GD*,

145 وننفذهما إلى خط زح فيقطعانه على نقطتى ز ط فقطر ب د مشترك لدائرة
الأفق وللدوائر العظام التى تتقاطع على نقطتى ب د ونقسم خط زط
بنصفين على ك ونخرج خط لكم يقطع خط زح على زاوية قائمة، فأقول
إن الدوائر العظام التى تتقاطع فى كرة الفلك على نقطتى ب د تقع مراكزها
جميعاً على خط لكم وتمر بنقطتى ز ط .

150 برهان ذلك أن نقطتى ب د فى كرة الفلك مشتركة لهذه الدوائر ودائرة
الأفق ونقطتا ب د تقعان فى الصفيحة على نقطتى ز ط فخط زط قطر لدائرة
الأفق ووتر فى جميع الدوائر الباقية وقد قسم بنصفين على نقطة ك وأخرج
خط لكم على زاوية قائمة من خط زح فخط لكم يمر بمراكز الدوائر
جميعاً وذلك ما أردنا أن نبين.

155 [7] ولنبين أيضاً لتمام ما عملنا كيف تتشكل فى سطح الأسطرلاب
الدوائر العظام المخطوطة فى كرة الفلك على قطبى فلك البروج وهى الدوائر
التى تحد مواضع الكواكب فى منطقة فلك البروج وغير ذلك مما يستدل به
عليه فنخط دائرة فلك نصف النهار ونجيز عليها الخط المماس كهيئة ما عملنا
قبل ونأخذ من نقطة ج قوس جب بقدر القوس التى فيما بين القطبين
160 قطب الفلك الأعظم وقطب فلك البروج ونخرج قطر به د فنقطة د لقطب
فلك البروج الشمالى ونقطة ب القطب الجنوبى ثم نخرج خطى جب جد

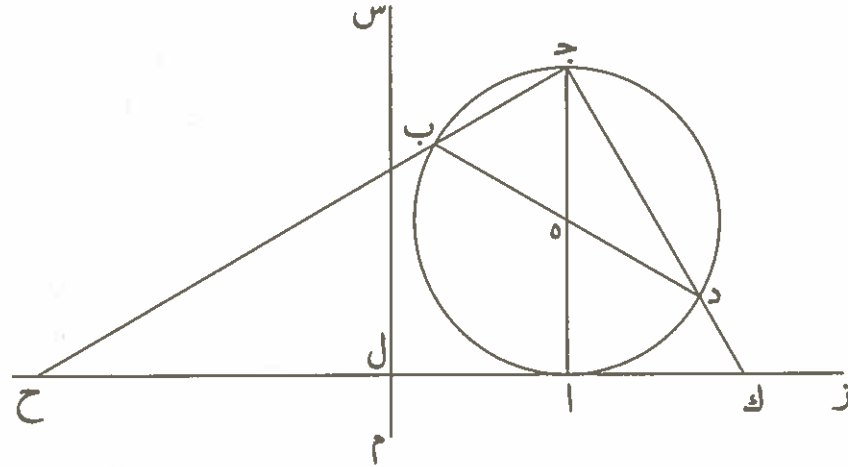
146 وللدوائر ] والدوائر C 146 ب د ] رب B, د ب S 147 خط [1] ] om. BS 150 مشتركة ] مشترك B 151 نقطتى ] نقطة B, نقط S 151 لدائرة ] الدائرة T 152 ووتر فى ] وفى C 152 فى جميع ] لجميع S 153 على زاوية قائمة من خط زح لخط لكم ] marg. B *ad locum falsum* 153 يمر ] om. C 157 به ] om. C, بها T 158 عليه ] om. BS 158 عليها ] عليه T 158 عملنا ] علمنا C 159 التى ] الذى C 160 لقطب ] كقطب T 161 ثم نخرج ] ونخرج BS



and let them run through to line *ZH*, cutting it at points *Z*, *T*. So diameter *BD* is common to the horizon circle and the great circles that intersect at points *B D*. We bisect line *ZT* at *K* and draw line *LKM* cutting line *ZH* at a right angle. *I say:* the centres of the great circles that intersect in the heavenly sphere at points *B D* all fall on line *LKM* and [the circles] pass through points *Z T*.

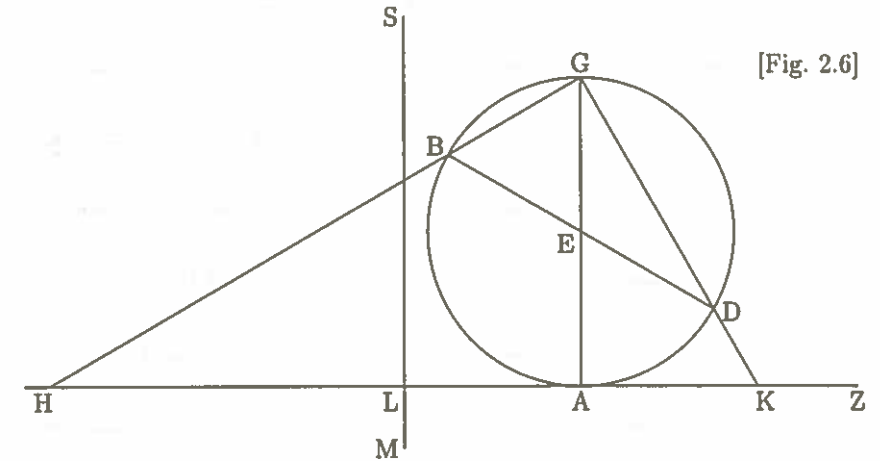
*Proof*: points *B D* in the heavenly sphere are common to these circles and the horizon circle, and points *B D* fall in the plate at points *Z T*. So line *ZT* is a diameter of the horizon circle and a chord in all the remaining circles. It is bisected at point *K* and line *LKM* is drawn at a right angle to line *ZH*. Therefore line *LKM* passes through the centres of all the circles. Q.E.D.

[7] To complete what we have done, let us also show how the great circles drawn on the heavenly sphere through the poles of the zodiac circle – which are the circles that define the positions of the stars in the belt of the zodiac – and other [matters] with which that can be obtained are formed in the plane of the astrolabe. We draw the circle of the meridian circle and on it we pass the tangent line, as we have done before. From point *G* we take arc *GB* in the amount of the arc that is between the two poles, the pole of the greatest sphere [*quṭb al-falak al-aʿẓam*] and the pole of the zodiac, and we draw diameter *BED*. So point *D* [stands] for the northern pole of the zodiac and point *B* is the southern pole. Then we draw lines *GB GD*

وننفذهما إلى خط زح فيقطعانه على نقطتى ك ح ونقسم خط كح بنصفين
على نقطة ل ونخرج خط مls يقطع خط كح على زوايا قائمة لخط كح

فى الصفيحة قطر الدائرة التى تقطع دائرة فلك البروج فى كرة الفلك على
زوايا قائمة ووتر فى سائر الدوائر التى تجوز على قطبى فلك البروج وقد 165
قسم بنصفين على نقطة ل وأخرج خط ملس على زاوية قائمة من خط كح
لخط ملس يجوز على مراكز هذه الدوائر جميعاً كمثل ما بينا فيما تقدم
وتبين أن نقطة ك التى هى نظير نقطة قطب فلك البروج تقع خارجة عن
مركز فلك البروج فى الصفيحة كمثل ما تبين فى دوائر الارتفاع وذلك ما أردنا
أن نبين، 170

163 نقطة ] om. BS 163 ونخرج ... قائمة ] om. CTMLKP 164 الدائرة ] للدائرة S 164–165 على زوايا قائمة ] om. B, على نقطتى الاعتدال S 165 ووتر فى ] وترق C 166 من ] om. S 168 نظير ] نظيرة TS



and let them run through to line *ZH*: they cut it at points *K H*. We bisect line *KH* at point *L* and we draw line *MLS* cutting line *KH* at right angles. Therefore line *KH* in the plate is the diameter of

the circle that cuts the zodiac circle[15] in the heavenly sphere at right angles and a chord in the other circles passing through the poles of the zodiac. It has been bisected at point *L* and line *MLS* has been drawn at a right angle from line *KH*; so line *MLS* passes through the centres of all these circles, as we have explained earlier. It is clear that point *K*, which is the counterpart of the point of the zodiac pole falls outside the centre of the zodiac in the plate, as has become clear in the altitude circles. Q.E.D.

[15]The meridian circle must be meant.

[8] فقد أتينا فيما وصفنا على جميع ما يحتاج إلى ذكره من دوائر
الفلك ولكيلا نطيل الكلام فبمثل هذا التدبير نستدل على تشكل سائر ما
يعرض فى الفلك من الدوائر فى سطح الأسطرلاب فأما أقسام قطع الدوائر
الموازية لمعدل النهار فوق الأرض وأسفلها فى الأقاليم وهى أقسام الساعات
175 فإن النقط التى تفصلها جميعاً على نسبة واحدة ليست فى سطح واحد من
سطوح دوائر الكرة لأن الدوائر العظام التى تتقاطع على قطبى الكرة هى
التى تفصل هذه الدوائر على نسبة واحدة فيما بين أفق الفلك المستقيم وخط
وسط السماء فأما فيما بين دوائر آفاق الأقاليم وأفلاك نصف النهار فإن ما كان
من الدوائر المتوازية شمالياً عن فلك معدل النهار كانت أقسامه التى تلى خط
180 وسط السماء أقل نسبة إلى أقسامه التى تلى قوس الأفق من أقسام الدوائر
الجنوبية منها التى تلى خط وسط السماء إلى أقسامها التى تلى قوس الأفق
أعنى أنه إذا تعلم على دائرة معدل النهار فيما بين قوس الأفق وفلك نصف
النهار نقطة وأدير عليها وعلى القطبين دائرة عظيمة تقطع الدوائر الشمالية
والجنوبية فإن القسى التى فيما بين خط وسط السماء والدائرة العظيمة من
185 الدوائر الشمالية أقل نسبة إلى ما بين الدائرة العظيمة وبين قوس الأفق منها
من قسى الدوائر الجنوبية التى فيما بين خط وسط السماء والدائرة العظيمة
إلى ما بين الدائرة العظيمة وبين قوس الأفق منها وقد بين ذلك بطلميوس
فى كتابه .

171 فقد ] قد C 171–172 من دوائر الفلك ] *supra* C 172 ولكيلا ] ولكى لا C 172 تشكل ] شكل C
173 من ] *om.* S 173 فأما ] وأما C 174 الموازية ] لمتوازية T 174 الأقاليم ] الإقليم B 176 الكرة [1] ] الاكر BS 176 لأن ] ولأن BC 176–177 هى التى ] TSMP, هى C, وهى التى B 178 وأفلاك ] أفلاك B
187 إلى ما بين الدائرة العظيمة ] *om.* C 187 منها ] منهما B



[8] In what we have described we have completed all that is necessary to mention of the circles of the sphere [*falak*]; and in order not to prolong the discourse, and in similar procedure, we shall guide [the reader] to the formation, in the plane of the astrolabe, of the other circles appearing in the sphere. As for the divisions of the portions of the circles parallel to the equator above and below the Earth in the climates, which are the divisions of the hours, the points that cut them all off in the same ratio are not in the same plane from [among] the planes of the circles of the sphere, because the great circles that intersect at the poles of the sphere are those which cut off these circles in the same ratio between the horizon of the *sphaera recta* and the meridian-line. Between the horizon circles of the climates and the meridian circles [*aflāk niṣf al-nahār*], the divisions of the parallel circles north of the equator circle that are near the meridian line are smaller in ratio to its divisions that are near the horizon arc than the divisions of the southern circles which are near the meridian line to their divisions that are near the horizon arc, i.e. when a point is marked on the equator circle between the horizon arc and the meridian circle and a great circle is drawn through it and through the two poles cutting the northern and southern circles, then the arcs between the meridian line and the great circle from the northern circles are smaller in ratio to the [part] of them between the great circle and the horizon arc than the arcs of the southern circles that are between the meridian line and the great circle to the [part] of them that is between the great circle and the horizon arc. Ptolemy has proved that in his book.

وأقول أيضًا إنه قد يمكن أن نقسم من الدوائر المتوازية ثلث دوائر
فقط على نسبة واحدة فيما بين دوائر الآفاق وأفلاك أنصاف النهار بقوس 190
واحدة من أجل أن كل ثلث قسى متوازية مختلفة الأقدار فى بسيط كرة تقسم
على نسبة واحدة فقد يمكن أن تجوز على الثلث النقط منها التى تحد النسبة
دائرة غير محدودة عند قطبى الكرة المعلومين وبهذا الباب عمل الأولون فى
قسمة الساعات لأنهم قسموا من الدوائر المتوازية دائرتى السرطان والجدى
ودائرة معدل النهار على نسبة واحدة فيما بين دائرة الأفق وخط نصف النهار 195
وأداروا على هذه الثلث النقط دائرة تقطع سائر الدوائر المتوازية شبيهة بنسبة
الثلث الدوائر بالتقريب وليس يقع فى ذلك من الخطأ ما يحس قدره إلا فيما
كثر تباعده من الأقاليم عن خط الاستواء أوكثر تباعده من الدوائر المتوازية
عن معدل النهار فأما فيما بين مدار الجدى والسرطان فليس له كبير قدر وذلك
ما أردنا أن نبين. 200

## النوع الثالث

### فى استخراج مقادير الدوائر التى تتشكل فى سطح الأسطرلاب ومواضع مراكزها بالحساب

فإذ قد أوضحنا العلة فيما يتشكل فى سطح الأسطرلاب من دوائر الفلك

189 المتوازية ] فى الكرة *add.* S 190 الآفاق ] أفق S 190 النهار ] ونصل بينها *add.* S 191 تقسم ] *om.* B 192 فقد يمكن ] معند B 192 النقط ] نقط C 192 منها ] فيها T 193 دائرة ] الدائرة B 194 من الدوائر ] *om.* B 195 ودائرة ] ودوائر C 196 شبيهة ] شبيه CBT, شبيها S 198 كثر [1] ] كبر T 198 تباعده [1] ] مباعده S 198 خط ] وسط *add.* C 198 أو كثر ] وكثر C 198 تباعده [2] ] مباعده S 199 له ] *om.* BS 199 كبير ] كثير S 199 قدر ] قدره B 4 فإذ ] وإذ T



*I also say*: it is possible to cut off only three of the parallel circles in the same ratio between the horizon circles and the meridian circles with one arc, since every three parallel arcs of different sizes in the surface of a sphere are divided in the same ratio. So it is possible that a circle undefined with respect to the known poles of the sphere passes through their [the three arcs'] three points which define the ratio. According to this procedure [*al-bāb*] the Ancients [*al-awwalūn*] operated in the division of the hours, because they divided, from among the parallel circles, the circles of Cancer and Capricorn and the equator circle in the same ratio between the horizon circle and the meridian line. And they drew through these three points a circle cutting all the parallel circles [in a ratio] approximately similar to the ratio of the three circles. In this no error of a perceptible amount occurs, except for the climates that are much distant from the [terrestrial] equator line or [for] the parallel circles that are much distant from the [celestial] equator. Between the course[s] of Capricorn and Cancer its amount is not great. Q.E.D.

## *Chapter 3*
### *On determining the quantities of the circles that are formed in the plane of the astrolabe and the positions of their centres by calculation*

Since we have explained the reason for what circles of the celestial sphere are formed in the plane of the astrolabe,

فلنبين على ما يتبع كيف تستخرج أقدار أقطار الدوائر ومواضع مراكزها بالحساب ·

[1] ونبدأ باستخراج أقطار الدوائر الموازية لمعدل النهار لأن بهذه الأقطار فقط يستخرج جميع ما يحتاج إلى معرفته من أقطار سائر الدوائر وسنبين ذلك فنعيد الشكل الذى رسمنا للمدارات الموازية لمعدل النهار ونجعل قوس اط بمقدار ميل فلك البروج عن فلك معدل النهار وهو على ما وجدنا بالرصد فى زماننا ثلثة وعشرون جزءًا وثلث وثلثون دقيقة فتكون قوس داط

مائة وثلثة عشر جزءًا وثلثة وثلثين دقيقة وخط طى فى الكرة يوازى خط زح الذى بينا أنه خط نصف النهار فى سطح الأسطرلاب فقدر خط طك عند خط كب كقدر خط زد عند خط دب ولكن خط طك هو جيب قوس طب وخط كب أيضاً جيب منكوس لقوس طب وخط دب قطر الكرة فإذا أخذنا جيب قوس طب وهو خمسة وخمسون جزءًا وصفر وعشر ثوانى بالمقدار الذى به يكون قطر دب مائة وعشرين جزءًا وضربنا ذلك فى القطر

5 على ] om. B 5 يتبع ] ذلك add. BS 5 كيف ] وكيف B 7 بهذه ] من هذه S 8 إلى ] om. BS
9 وسنبين ] نسبن C 10 بمقدار ] مقدار S 10 فلك[2] ] om. C 10 وجدنا ] وجد B 12 فى الكرة ] marg.
T 13 بينا ] اثبتنا BS 14 خط[2] ] om. S



let us show in due order how the quantities of the diameters of the circles and the positions of their centres are obtained by calculation.

[1] We begin by taking the diameters of the circles parallel to the equator, because with these diameters alone is obtained all that it is necessary to know of the diameters of the rest of the circles – we shall show that. We repeat the diagram that we drew for the courses parallel to the equator. We make arc *AT* in the quantity of the inclination of the zodiac from the equator circle: as we found by observation in our time, that is 23°33′. So arc *DAT* is 113°33′. Line *TY* in the sphere

[Fig. 3.1]

is parallel to line *ZH*, which we showed was the meridian line in the plane of the astrolabe. So the quantity of line *TK* in relation to line *KB* is as the quantity of line *ZD* in relation to line *DB*. But line *TK* is the sine of arc *TB*; line *KB*, again, is the versed sine of arc *TB*, and line *DB* is the diameter of the sphere. When we take the sine of arc *TB*, which is $55^{p}0'10''$ in the quantity in which the diameter *DB* is $120^{p}$, and multiply that by the diameter,

وهو مائة وعشرون جزءًا بلغ ذلك ستة آلاف وستمائة جزءًا وعشرين دقيقة
فنقسمها على خط كب وهو ستة وثلثون جزءًا ودقيقة واحدة وسبع وثلثون
ثانية فيخرج لنا خط دز مائة وثلثة وثمانين جزءًا واثنتى عشرة دقيقة وعشرين 20
ثانية وذلك نصف قطر مدار الجدى فى الصفيحة ·

ومن أجل أنا نحتاج إلى أن نفرض قطر مدار الجدى فى الصفيحة عدداً
يمكننا تجزئته بأكثر ما نقدر عليه من الأجزاء وتسهل قسمته عند وقت العمل
فلنجعل خط زح وهو قطر مدار الجدى ستين جزءًا فبالمقدار الذى به يكون
خط دز ثلثين جزءًا فبه يكون قطر دب تسعة عشر جزءًا وتسع وثلثين دقيقة 25
فلنستعمل هذه الأجزاء فى خط دب بدل المائة والعشرين الجزء وليس يدخل
ذلك علينا خطأً فى الحساب إذ كنا إنما نناسب بخط دب إلى خط زح فقط
وهما متجانسان فى العدد وعلى مثل ما وصفنا نستخرج أنصاف أقطار جميع
المدارات الموازية لمعدل النهار لدرجة درجة مما يلى القطب الشمالى إلى ما
يتلو نحو القطب الجنوبى ونثبت ذلك فى جدول على حدة يكون ميسراً لنا 30
نستخرج منه مقادير أقطار الدوائر التى تقع فى سطح الأسطرلاب على ما
نصف فيما يتلو ·

---

19 جزءًا ودقيقة ] واثنى عشر دقيقة S   19 وسبع ] وتسعة C   20 خط ] om. C   20 وثمانين ] وستين S
21 فى الصفيحة ] TS: om. CBMLKP   22 ومن ... الصفيحة ] T: om. CMKP, لكى سحذ B, لكن تتخذ S, فلنجعله L   22 عدداً ] عدد MK   24 وهو ] وهى T   24 مدار ] رأس add. S   24 ستين ] بستين BS
24–25 به ... فبه ] تذكره C; به om. T   24 يكون ] om. BS   25 فبه ] فيه BT   25 قطر ] خط C, قطعة M   26 بدل ] بدلا S   26 الجزء ] om. T   27 بخط ] لخط S   27 خط ] om. T   28 جميع ] om. B
29 الموازية ] المتوازية B   29 مما يلى ] مقابل C, فيما يتلو T   30 نحو ] om. S   30 ميسراً ] مثبت B, مثبتا S
31 نستخرج ] لنستخرج BS   31 أقطار ] أنصاف S   32 يتلو ] إن شاء الله العزيز add. T

---

28 العدد ] وذلك ما أردنا أن نبين add. S



which is $120^{p}$, that comes to $6600^{p}20'$. We divide it by line *KB*, which is $36^{p}1'37''$, and there emerges for us line *DZ*, $183^{p}12'20''$. That is the semidiameter of the course of Capricorn in the plate.

Since we need to assume the diameter of the course of Capricorn in the plate as a number that we can divide into as many parts as we can and [such that] its division becomes easy when constructing [the astrolabe], let us make line *ZH*, the diameter of the course of Capricorn, sixty parts. So in the scale in which line *DZ* is $30^{p}$, diameter *DB* is $19^{p}39'$. Let us apply these degrees in line *DB* instead of the $120^{p}$; that does not bring about for us a mistake in the calculation, since we bring line *DB* into proportion to line *ZH*, which are of the same kind in number[16]. As we have described, we obtain the semidiameters of all the courses parallel to the equator degree by degree, from those near the north pole to those near the south pole. We shall establish that in a table by itself, which is helpful to us – from which we read off the quantities of the diameters of the circles that fall on the surface of the astrolabe, as we describe in what follows.

---

[16] "Q.E.D." *add.* S.

[2] ونعيد أيضاً صورة الشكل لفلك البروج وقد تبين أن قوس دك بعد ما بين القطب الشمالى ومدار رأس السرطان وهو ستة وستون جزءًا وسبع

35 وعشرون دقيقة فخط دل نصف قطر مدار نقطة ك وهو على ما استخرجنا من أنصاف أقطار المدارات إثنا عشر جزءًا واثنان وخمسون دقيقة بالتقريب بالمقدار الذى به يكون قطر مدار الجدى ستين جزءًا وخط زد على ما فرضنا ثلثون جزءًا فخط زل قطر فلك البروج يكون اثنين وأربعين جزءًا واثنتين وخمسين دقيقة فخط لم نصف القطر يكون أحداً وعشرين جزءًا وستاً

40 وعشرين دقيقة فننقص منه خط دل فيبقى خط دم ثمانية أجزاء وأربعاً وثلثين دقيقة بالتقريب وهذه الأجزاء بعد مركز فلك البروج عن مركز الصفيحة فى خط نصف النهار ·

33 صورة ] om. BS 34 بين ] سين B 34–35 وسبع وعشرون ] ٢٩ BS 37 به ] om. S 37 ستين ] بستين C 39 القطر ... فخط ] لم وهو خط القطر ونصف BS 39 يكون ] om. B 39 أحداً ] واحد CB 39 وستاً ] وسبعا T 40 دقيقة ] بالتقريب add. S 40 منه ] منها S 41 مركز² ] om. B

42 النهار ] وذلك ما أردنا أن نبين وهذا شكله add. T



[2] We also repeat the form of the figure of the zodiac. It is clear that arc *DK* is the distance between the north pole and the course of the beginning of Cancer, which is 66°27′. So line *DL* is the

[Fig. 3.2]

semidiameter of the course of point *K*, and it is what is obtained from the semidiameters of the courses, 12°52′ approximately, in the scale in which the diameter of the course of Capricorn is $60^p$ and line *ZD*, according to what we have supposed, is $30^p$. Therefore line *ZL*, the diameter of the zodiac, is $42^p52'$. Therefore *LM*, the semidiameter, is $21^p26'$. So we subtract from it line *DL* and there remains line *DM*, $8^p34'$ approximately; these parts are the distance of the centre of the zodiac from the centre of the plate on the meridian line[17].

[17] "Q.E.D. And this is its diagram" *add.* T.

[3] فأما قسمة دائرة فلك البروج فى الصفيحة فقد قلنا إنها تنقسم
بالخطوط التى تمر على مركز الصفيحة وتقسم مطالع الفلك المستقيم من
معدل النهار فنستخرج أجزاء مطالع الفلك المستقيم تسعين درجة على ما لم 45
نزل نستخرج ونرسمه فى جدول على حدته ·

[4] ونصف على ما يتبع ما قدمنا كيف تعلم مواضع الكواكب الثابتة
فى سطح الأسطرلاب ونحتاج فى ذلك إلى معرفة بعد الكوكب عن فلك
معدل النهار فى الفلك العظيم المخطوط على الكوكب وعلى قطبى فلك معدل
النهار ومعرفة الدرجة التى تمر مع الكوكب من فلك البروج فى خط سط 50
السماء لأنه لا يمكن أن نعلم موضع الكوكب فى الأسطرلاب إلا بعد معرفتنا
ذلك فإنه وإن كان ممكناً على ما بينا أن نخط فى الأسطرلاب الدوائر العظام
التى تتقاطع جميعًا على قطبى فلك البروج فتدرك بها مواضع أجزاء الكواكب
فى الطول من فلك البروج فإنه غير ممكن أن تدرك عروض الكواكب أعنى
أبعادها من منطقة فلك البروج فى هذه الدوائر العظام إلا بقسمة هذه 55
الدوائر على ما تنقسم به فى الأسطرلاب وذلك عسر بعيد، وفى معرفتنا ببعد
الكوكب من معدل النهار ودرجة ممره من فلك البروج ما يؤدى إلى معرفة
حقيقة موضع الكوكب من الأسطرلاب ·

---

43 فأما ] وأما T    43 قلنا إنها ] سنا لها T    43 إنها ] إنه S    44 بالخطوط ] في الصفيحة add. T    44 وتقسم ] وبقسم من S    44 الفلك ] فلك T    44–45 من ... المستقيم ] om. C, المقسوم S    45 تسعين ] بتسعين C    47 يتبع ] على add. marg. B    48 الكوكب ] الكواكب T    48 فلك ] om. T    49 فى الفلك ] الى فلك T    49 المخطوط ] المخطوطة S    49 الكوكب ] الكواكب CBTS    49 فلك ] om. TS    50 ومعرفة ] وإلى معرفة S    50 خط ] om. C    51 لأنه ] وأنه S    51 موضع الكوكب ] مواضع الكواكب B    51 إلا ] supra, الى add. et del. T    52 ذلك ] بذلك BS    52 وإن ] ان CB    52 على ما ] كما C    55 فلك ] om. T    56 عسر ] عسير TS    56 ببعد ] بعد T    57 الكوكب ] الكواكب BTS    57 من[1] ] عن T



[3] As for the division of the zodiac circle on the plate, we have said that it is partitioned by the lines passing through the centre of the plate and dividing the ascensions at *sphaera recta* on the equator. So we obtain the degrees of the ascensions at *sphaera recta*, [for] 90 degrees, as we always obtain [them]. We draw that up in a table of its own.

[4] In due course, following what we said earlier, we shall describe how the positions of the fixed stars in the plane of the astrolabe are determined: for this we need [i] to know the distance of the star from the equator circle on the great circle drawn through the star and through the poles of the equator circle and [ii] to know the degree of the zodiac that passes the meridian line with the star, because the position of the star on the astrolabe can only be determined after knowing that. For even if it is possible, as we have shown, to draw on the astrolabe the great circles that all intersect at the poles of the zodiac, by which are found the positions of the degrees of the stars in longitude in the zodiac, it is not possible that the latitudes of the stars, i.e. their distances from the zodiac belt in these great circles, is reached except by dividing these circles as they are partitioned on the astrolabe, but that is difficult and wearisome. In our knowledge of the distance of the star from the equator and the degree in the zodiac circle of its passage [at the meridian] there is what leads to the knowledge of the true position of the star on the astrolabe.

فإذا كان الكوكب فى منطقة فلك البروج فإن ميل الدرجة التى هو
فيها هو بعده من فلك معدل النهار ويمر فى خط وسط السماء مع درجته فى 60
وقت واحد وإذا كان الكوكب خارجاً عن منطقة البروج أيضاً وهو فى سطح
الفلك المخطوط على أقطاب الفلكين فإن بعده من فلك معدل النهار يعرف
من عرضه وميل درجته فقط فيزاد أحدهما على الآخر إذا كانا فى جهة
واحدة وينقص منه إذا كانا فى جهتين مختلفتين فما حصل بعد ذلك فهو بعده
من معدل النهار ويمر مع درجته فى خط وسط السماء أيضاً فى وقت واحد، 65
فإن كان الكوكب على غير ما ذكرنا فكان خارجاً عن منطقة البروج وفى
غير سطح الفلك المخطوط على أقطاب الفلكين اختلف بعده ودرجة ممره
جميعاً فإذا كان فيما بين أول الجدى إلى أول السرطان وعرضه شمالى عن
منطقة البروج وافى وسط السماء قبل موافاة درجته التى هو فيها من فلك
البروج وإن كان جنوبياً وافى بعدها وأيضاً إن كان فيما بين السرطان إلى أول 70
الجدى وعرضه شمالى وافى وسط السماء بعد موافاة درجته وإن كان جنوبياً
وافى قبلها ·

فلنبين علة ما ذكرنا وكيف يستخرج بعد الكوكب من فلك معدل النهار
والدرجة التى توافى معه وسط السماء من فلك البروج ونعمل فى ذلك بالوجه
الذى وصف بطلميوس فى المجسطى فنخط دائرة فلك نصف النهار المخطوط 75
على أقطاب الفلكين عليها آ ب ج د ونخط فيها نصف فلك معدل النهار عليه

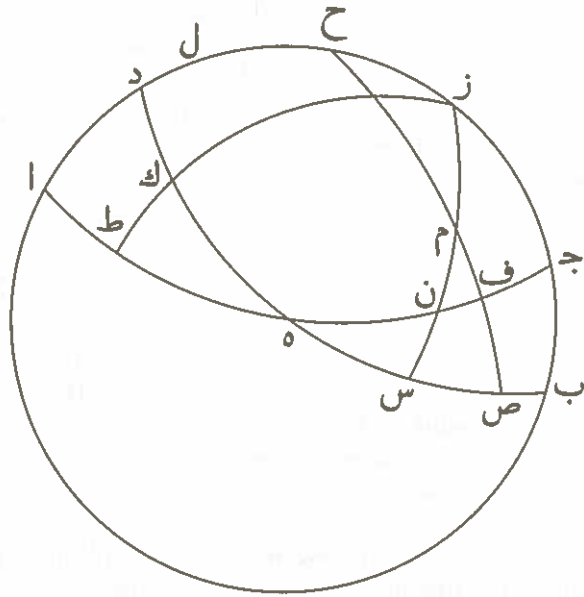
---

59 فإذا ] وإذا T 59 الدرجة ] درجته BT 61 عن منطقة ] فلك *add.* T 61 أيضاً ] *om.* T 62 أقطاب ] أقدار C, أقطار B 63 كانا ] كان T 64 مختلفتين ] مختلفين S 66 فإن ] وان T 66 فكان ] وكان TS 69 منطقة ] فلك *add.* BT 73 الكوكب ] الكواكب T 74 بالوجه ] الوجه B 75 فلك ] *om.* C 76 أقطاب ] أقطار B



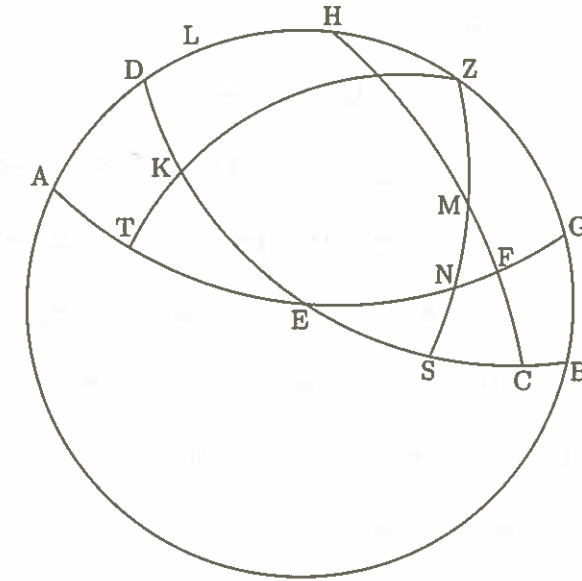
When the star is on the belt of the zodiac, the declination of the degree it is at is its distance from the equator circle; it passes at the meridian line with its degree at the same time. When, again, the star is outside the belt of the signs [but] in the plane of the circle [*falak*] drawn through the poles of the two circles, then its distance from the equator circle is known from its latitude and the declination of its degree alone: one of them is added to the other when they are on the same side, and it is subtracted from it when they are on different sides. What results after that is its distance from the equator. It also passes at the meridian with its degree at the same time. If the star is not as we have mentioned, and so is outside the belt of the zodiac and not in the plane of the circle [*falak*] through the poles of the two circles, its distance and the degree of its passage are both various. When it is between the beginning of Capricorn and the beginning of Cancer and its latitude is north of the belt of the signs, it arrives at the meridian before the arrival of its degree which it is at of the zodiac circle; and if it is southerly, it arrives after it. Also, if it is between [the beginning of] Cancer and the beginning of Capricorn and its latitude is northerly, it arrives at the meridian after the arrival of its degree; and if it is southerly, it arrives before it.

Let us show the reason for what we have mentioned and [show] how to determine the distance of the star from the equator circle and the degree of the zodiac that arrives with it at the meridian. For that we proceed in the way that Ptolemy described in the *Almagest*. We draw the meridian circle through the poles of the two circles; on it are *A B G D*. In it we draw half the equator circle, on which are

د ه ب وقطبه الشمالى نقطة ز ونصف فلك البروج عليه ا ه ج وقطبه نقطة
ح فتكون نقطة ا من فلك البروج موضع رأس الجدى ونقطة ج رأس

السرطان ونجعل الكوكب أولاً فى منطقة فلك البروج على نقطة ط ونخط
على نقطتى ز ط قوساً من فلك عظيم عليها ز ك ط فقوس طك هى ميل 80
درجة الكوكب وهى أيضاً بعده من فلك معدل النهار ويوافى وسط السماء مع
نقطة ط فى وقت واحد ثم نجعل الكوكب على نقطة ل من فلك نصف
النهار فيكون قوس ال هى عرض الكوكب عن فلك أوساط البروج فى
الشمال وقوس اد هى ميل الجدى فإذا نقصناها من قوس ال تبقى قوس لد
بعد الكوكب عن معدل النهار وكذلك إن كان عرض الكوكب فى الجنوب 85

80 هى] هو B 82 ط] ك T 82 نقطة²] om. S 84 اد] اه B 84 الجدى] السرطان BS 84 قوس²] om. B



*D E B*, its north pole being point *Z*, and half the zodiac, on which are *A E G*, its pole being point *H*. So point *A* of the zodiac is in the position of the beginning of Capricorn and point *G* is the beginning of Cancer.

[Fig. 3.3]

We put the star, first, on the belt of the zodiac at point *T*. We draw through *T* an arc of a great circle [*falak*], on which are *Z K T*. So arc *TK* is the declination of the degree of the star and it is also its distance from the equator circle. It reaches the meridian line with point *T* at the same time. Then we put the star at point *L* of the meridian circle. So *AL* is the latitude of the star from the circle of the middles of the signs in the north and *AD* is the declination of Capricorn. So when we subtract it from arc *AL*, there remains arc *LD*, the star's distance from the equator. Similarly, when the latitude is in the south,

زدنا أجزاء الميل على عرض الكوكب فما بلغ فهو بعده من معدل النهار
وحيث كان الكوكب من فلك اب جد فهو يوافى وسط السماء مع درجته فى
وقت واحد ثم نجعل الكوكب خارجاً عن منطقة البروج وعن الفلك
المخطوط على أقطاب الفلكين فنجعله على نقطة م ونخط عليه وعلى
القطبين قوسين من فلكين عظيمين عليهما ز م ن س ح م ف ص فنقطة 90
ف هى موضع الكوكب من فلك البروج ونقطة ص موضعه من فلك معدل
النهار ونقطة ن الدرجة التى توافى معه وسط السماء من فلك البروج وقوس
م ف هى عرض الكوكب أعنى بعده من منطقة البروج وقوس م س هى
بعده من فلك معدل النهار وهى أقصر من قوس م ص لأن زاوية م س ص
قائمة وزاوية م ص س أصغر من قائمة فعلى ما بين بطلميوس تكون نسبة 95
جيب قوس ح ب إلى جيب قوس ب ز تؤلف من نسبتين من نسبة جيب
قوس ح ص إلى جيب قوس ص م ومن نسبة جيب قوس م س إلى جيب
قوس ز س وكل واحدة من قسى ز ب ز س ح ف ربع دائرة وقوس ح ب
مائة وثلثة عشر جزءًا وثلث وثلثون دقيقة ونعرف قوس ف ص من جهة الميل
لأن قوس ف ج من فلك البروج معلومة وهى ما يطلع مع قوس ب ص من 100
فلك معدل النهار بالفلك المستقيم فإذا حولنا قوس ف ج من مطالع الفلك

---

88 منطقة ] الفلك T 88 الفلك ] فلك C 89 أقطاب ] أقطار B 90 عليهما ] عليها S 91 ف ] ن S
91 هى ] هو B 92 ن ] ع S 93 وقوس ... م ف ] om. B; م ف ] نف S 93 هو[1] ] هو S 93 من ] عن
C 96 ح ب ] جب S 96 ب ز ] ب و C 96 تؤلف ] وتؤلف C, مؤلفا S 96 من نسبتين ] om. B
97 إلى[1] ] نسبة add. B 97 إلى[2] ] نسبة add. B 97 جيب[3] ] om. S 98 واحدة ] واحد S 100 مع ] من S
100 ب ص ] ز ص C, ف ص S 101 فلك ] البروج add. et del. C 101–102 فإذا ... المستقيم ] marg. B
101 مطالع ] مطلع S



we add the degree of the declination to the latitude of the star: what results is its distance from the equator. Where the star is on circle *ABGD*, that reaches the meridian with its degree at the same time. Then we put the star outside the belt of the signs and not on the circle drawn through the poles of the two circles. We put it at point *M*; through it and through the two poles we draw two arcs of great circles on which are *Z M N S*, *H M F C*. So point *F* is the position of the star in the zodiac, point *C* is its position in the equator circle and point *N* is the degree of the zodiac that reaches the meridian with it. Arc *MF* is the latitude of the star, i.e. its distance from the belt of the signs and arc *MS* is its distance from the equator circle. It is shorter than *MC*, because *MSC* is right and *MCS* is smaller than a right [angle], as Ptolemy has proved. The ratio of the sine of *HB* to the sine of *BZ* is composed of two ratios, the ratio of sine *HC* to the sine of *CM* and of the sine of *MS* to the sine of *ZS*. Each of the arcs *ZB ZS HF* is a quarter of a circle and *HB* is 113°33′. We know *FC* from considerations of declination, because *FG* of the zodiac is known. It is what rises with *BC* of the equator circle at *sphaera recta*. When we convert *FG* [by tables] from the ascension at *sphaera*

المستقيم إلى درج السواء خرج لنا ب ص فنعرف بها قوس ف ص من جدول
الميل وقوس م ف هى عرض الكوكب فتكون كل واحدة من قوسى ح ص
ص م معلومة وتبقى من القسى المطلوبة قوس م س فتكون معلومة ·

105 ونجعل لذلك مثالاً من كوكب العيوق ونجعله على نقطة م وهو على
ما وجدنا بالرصد فى زماننا أعنى فى سنة خمس وعشرين ومائتين من سنى
يزدجرد بن شهريار فى خمسة أجزاء وعشرين دقيقة من الجوزاء فتكون قوس
ا ف من فلك البروج مائة وخمسة وخمسين جزءًا وعشرين دقيقة فندخل بها
فى جدول مطالع الفلك المستقيم ونأخذ ما يقابلها من درج السواء فى
110 السطر الأول فتخرج لنا قوس د ص من معدل النهار مائة وسبعة وخمسين
جزءًا و١٣ دقيقة فننقص منها قوس د ه وهى ص جزءًا فتبقى قوس ه ص
سبعة وستين جزءًا وثلث عشر دقيقة فندخل بها فى جدول الميل ونأخذ ما
يقابلها فتخرج لنا قوس ص ف واحداً وعشرين جزءًا وسبعاً وثلثين دقيقة
فنزيدها على قوس ف ح فتكون كل قوس ص ح مائة وأحد عشر جزءًا
115 وسبعاً وثلثين دقيقة ونزيد أيضاً قوس ص ف على قوس ف م التى هى
للعرض وهى على ما وجدنا بالرصد للعيوق اثنان وعشرون جزءًا وخمسون
دقيقة فتكون كل قوس ص م أربعة وأربعين جزءًا وسبعاً وعشرين دقيقة

---

102 خرج ] اخرج S 102 لنا ] قوس add. C 102 ف ص ] ص S 103 ح ص ] ف ص C
105 ونجعله ] ونجعل S 106 وجدنا ] وجد B 106 خمس ] CBSKPLM: اربع T 106 ومائتين ] ومائتى T
107 يزدجرد بن شهريار ] يزجرد بن سهرباران B 107 خمسة أجزاء ] ١٥ جزءًا B 108 فندخل بها ] فندخلها CT, فندحل B 109 فى جدول ] جدول C, بجدول T 109 السواء ] الاستوا B 110 لنا ] لها B 110 د ص ] ر ص B 110 مائة وسبعة وخمسين ] ١٥٢ B 111–112 و١٣ ... وستين جزءًا ] om. C 111 قوس[2] ] om. S
112 فندخل بها ] فندخلها CBTS 112 فى ] om. CT 115 وسبعاً ] وتسعاً CB 115 ونزيد ] ونصف C
115 هى ] om. CBT 116 وجدنا ] وجد T



*recta* to degrees of equality [*daraj al-sawā'*], there emerges for us *BC*. So by it we know *FC* from the declination table; *MF* is the lattitude of the star. So each of arcs *HC CM* is known. There remains the wanted arc *MS*; so it is known.

We make an example of that from the star *al-'ayyūq* [= α Aurigae]. We put it at point *M*. It is as we have found by observation in our time, i.e. in year 225 in the era of Yazdajird ibn Shahriyār [i.e. 856–857 AD] at 5°20′ of Gemini. So arc *AF* of the zodiac circle is 155°20′. With that we enter the table of ascensions at *sphaera recta* and take what degrees of equality are opposite it in the first column: there emerges for us arc *DC* of the equator, 157°13′. We subtract from it arc *DE*, which is 90°; there remains arc *EC*, 67°13′. With that we enter the table of declination and take what is opposite it: there emerges for us arc *CF*, 21°37′. We add it to arc *FH*: the total arc *CH* is 111°37′. We also add arc *CF* to arc *FM*, which [stands] for latitude. It is as we have found by observation for *al-'ayyūq* [α Aurigae] 22°50′. So the total arc *CM* is 44°27′.

فنضرب جيب قوس ب ح وهو خمسة وخمسون جزءًا وعشر ثوانى بالمقدار
الذى به يكون القطر مائة وعشرين جزءًا فى جيب قوس م ص وهو اثنان
120 وأربعين جزءًا ودقيقة واحدة وثانية فيبلغ ألفين وثلثمائة وأحد عشر جزءًا
ودقيقتين وخمساً وخمسين ثانية فنقسمها على جيب قوس ص ح وهو خمسة
وخمسون جزءًا وست وأربعون دقيقة وتسع وأربعون ثانية فيخرج لنا أحد
وأربعون جزءًا وخمس وعشرون دقيقة وثلث وخمسون ثانية فنسبة هذه
الأجزاء إلى جيب قوس ز ب كنسبة جيب قوس م س إلى جيب قوس س ز
125 ولكن جيب قوس ز ب مساوٍ لجيب قوس س ز لأن كل واحدة من قوسى
ز ب ز س ربع دائرة لجيب قوس س م أحد وأربعون جزءًا وخمس وعشرون
دقيقة وثلاث وخمسون ثانية وقوس س م ثلث وأربعون جزءًا وأربعون دقيقة
بالتقريب وذلك بعد كوكب العيوق عن فلك معدل النهار فى ناحية الشمال ·

وأيضاً فى استخراج درجة الممر تكون نسبة جيب قوس ز ح إلى جيب
130 قوس ح ب تؤلف من نسبتين من نسبة جيب قوس ز م إلى جيب قوس
م س ومن نسبة جيب قوس س ص إلى جيب قوس ص ب ولكن كل واحدة
من قسى ز ح ح ب ز م م س ص ب معلومة وتبقى قوس س ص مطلوبة
فنضرب جيب قوس ز ح وهو جيب الميل كله فى جيب قوس م س وهو

118 ب ح ] ن ح S    118 وعشر ] وعشرين T    119 به يكون ] tr. C    120 وثانية ] in corr. B
120 فيبلغ ] فبلغ ذلك T    121 فنقسمها ] نقسمها BS    121 قوس ] om. BS    123 وثلث ] om. S
124–125 كنسبة ... ز ب ] marg. T    124 جيب[2] ] om. C    124 قوس[2] ] om. S    124 م س ] المجهول
add. S    125 قوسى ] قوس BS    127 وثلاث ] supra T    130 ح ب ] جب S    130 تؤلف ] مولفا S
130 قوس[2] ] om. B    131 جيب[1] ] om. C; م س ومن نسبة قوس repet. C    131 جيب[2] ] om. C
131 ص ب ] ص ه S    131 واحدة ] واحد C    132 ح ب ] marg. B    132 مطلوبة ] معلومة B



We multiply the sine of arc *BH*, which is $55^{p}10''$ in the scale in which the diameter is $120^{p}$, by the sine of arc *MC*, which is $42^{p}1'1''$. It makes $2311^{p}2'55''$. We divide it by the sine of arc *CH*, which is $55^{p}46'49''$. There emerges for us $41^{p}25'53''$. So the ratio of these parts to the sine of arc *ZB* is as the ratio of the sine of arc *MS* to the sine of arc *SZ*. But the sine of arc *ZB* is equal to the sine of arc *SZ*, because each of arcs *ZB ZS* is a quarter of a circle. So the sine of arc arc *SM* is $41^{p}25'53''$, and arc *SM* is $43^{p}40'$ approximately. That is the distance of the star *al-ʿayyūq* from the equator circle on the northern side.

And also in obtaining the degree of passage [i.e. mediation], the ratio of the sine of arc *ZH* to the sine of arc *HB* is composed of two ratios, of the ratio of the sine of arc *ZM* to the sine of arc *MS* and of the ratio of the sine of arc *SC* to the sine of arc *CB*. But each of the arcs *ZH HB ZM MS CB* is known. There remains arc *SC* wanted. So we multiply the sine of arc *ZH*, which is the sine of the total declination, by the sine of arc *MS*, which is

جيب البعد وتقسم ما بلغ على جيب قوس مز فما خرج ضربناه فى جيب
قوس بص ونقسم ما اجتمع على جيب قوس حب فيخرج لنا جيب قوس 135
صس على مثل ما عملنا وهو تسعة أجزاء وتسع وثلثون دقيقة وتسع
وخمسون ثانية وتكون قوس صس تسعة أجزاء وست عشرة دقيقة وست
عشرة ثانية فننقصها من قوس دص فتبقى قوس دس مائة وسبعة وأربعين
جزءًا وستاً وخمسين دقيقة وأربعاً وأربعين ثانية فنحولها أيضاً من درج المطالع
بالفلك المستقيم إلى درج السواء فتخرج لنا قوس آن من فلك البروج مائة 140
وخمسين جزءًا واثنتى عشرة دقيقة فنقطة ن التى توافى مع الكوكب وسط
السماء فى اثنتى عشرة دقيقة من الجوزاء ·

وعلى مثل ما وصفنا نستخرج أبعاد الكواكب الثابتة من معدل النهار
والدرجة التى يوافى مع كل كوكب منها وسط السماء ولكى يكون ما وصفنا
فى باب مفهوم يؤدى فى كل الجهات إلى ما علمنا فلنصف بقول جامع كيف 145
نستخرج ذلك لكل كوكب فى كل موضع من الفلك فإذا أردنا أن نعرف بعد
الكوكب من معدل النهار أخذنا الميل كله فنقصناه من تسعين وجعلنا ما بقى
جيباً وهو الجيب الأول ثم أخذنا من أول الجدى إلى درجة الكوكب فى
الطول وأدخلنا ذلك جدول مطالع الفلك المستقيم وأخذنا ما بحياله من درج
السواء فما خرج لنا فهو الحصة فننقص من الحصة تسعين جزءًا وندخل ما 150

134 مز ] من S   135 بص ] ضص T, مص S   136 تسعة ... دقيقة ] ط لر S   136 وتسع¹ ] وسبع CBT
138 فننقصها ] فننقص B   139 أيضاً ] om. S   140 آن ] لن S   141 الكوكب ] فى add. S   143 مثل ] om.
C   144 مع ] معها موضع C   144 كل كوكب منها ] الكوكب S   145 ما ] om. B   145 علمنا ] عملنا BS
145 فلنصف ] الآن add. C   148 الأول ] marg. B   150 ما ] بما S

142 الجوزاء ] وذلك ما أردنا أن نبين add. T



the sine of the distance [*sc.* from the equator]. We divide the result by the sine of arc *MZ*: what results we multiply by the sine of arc *BC* and what assembles we divide by the sine of arc *HB*: there emerges for us the sine of arc *CS*, as we have proceeded; it is 9ᵖ39′59″ and arc *CS* is 9°16′16″. We subtract it from arc *DC*: there remains arc *DS*, 147°56′44″. We convert them from degrees of ascension at *sphaera recta* to degrees of equality: there emerges for us arc *AN* of the zodiac, 150°12′. So point *N*, which reaches mid-heaven together with the star, is at 12′ of Gemini[18].

In the way that we have described, we obtain the distances of the fixed stars from the equator and the degree which reaches mid-heaven with each of the stars; and in order that what we have described is in understandable form, leading in all directions to what we have learnt, let us now describe in a comprehensive way how we obtain that for each star in each position of the sphere. When we want to know the star's distance from the equator, we take the total declination from 90; what remains we make a sine: it is the first sine. Then we take in longitude [what is] the beginning of Capricorn to the degree of the star. With that we enter the table of ascensions at *sphaera recta* and take what is opposite it of degrees of equality: what emerges for us is the argument [*ḥiṣṣa*]. From the argument we subtract 90° and with what remains

18 "Q.E.D." *add.* T.

بقى جدول الميل ونأخذ ما بحياله من أجزاء الميل فهو ميل الحصة ثم ننظر
فإن كان عرض الكوكب وميل حصة الكوكب فى جهة واحدة جمعناهما وإن
كانا فى جهتين مختلفتين نقصنا الأقل من الأكثر فما حصل بعد ذلك جعلناه
جيباً وهو الجيب الثانى ثم ننقص الحصة من تسعين ونجعل ما بقى جيباً وهو
155 الجيب الثالث ثم نضرب الجيب الأول فى الجيب الثانى فنقسم ما اجتمع على
الجيب الثالث فما خرج جعلناه قوساً فما خرج من القوس فهو بعد الكوكب
من معدل النهار فإن كان عرض الكوكب وميل حصة الكوكب فى جهة
واحدة فالبعد فى تلك الجهة وإن كانا فى جهتين مختلفتين فالبعد فى جهة
الأكثر منهما .

160 وإذا أردنا معرفة الدرجة التى توافى مع الكوكب وسط السماء نقصنا
أيضاً الميل كله من تسعين وجعلنا ما بقى جيباً وهو الجيب الأول وجعلنا
الميل كله جيباً وهو الجيب الثانى وجعلنا بعد الكوكب من معدل النهار جيباً
وهو الجيب الثالث ونقصنا البعد من تسعين وجعلنا ما بقى جيباً وهو الجيب
الرابع ونجعل حصة الكوكب التى خرجت لنا من المطالع جيباً وهو الجيب
165 الخامس ثم نضرب الجيب الثانى فى الجيب الثالث ونقسم ما اجتمع على
الجيب الرابع فما خرج ضربناه فى الجيب الخامس فما اجتمع قسمناه على
الجيب الأول فما خرج جعلناه قوساً فإن كان الكوكب فيما بين أول السرطان

---

*151* بقى ] فى *add.* T   *151* ميل ] مثل B   *153* الأقل ] منهما *add.* T   *153* الأكثر ] منهما *add.* B
*153* بعد ] فهو قوس وبعد S   *154* ننقص ] ميل *add.* BS   *155* الجيب[3] ] *om.* S   *156* قوساً ] *supra* T   *156* خرج[2] ] حصل, *marg.* خرج T   *160–173* وإذا ... السواء ] *transp. post* وقت العمل *l. 183* S
*160* الكوكب ] فى *add.* S   *164* حصة ] جهة B   *166* قسمناه ] قسمنا T



we enter the table of declination and take what is opposite it of degrees of declination: it is the declination of the argument. Then we look: if the latitude of the star and the declination of the star's argument are on the same side, we add them, and if they are on different sides, we subtract the smaller from the greater. What results after that we make a sine: it is the second sine. Then we subtract the argument from 90 and make what remains a sine: it is the third sine. Then we multiply the first sine by the second sine and divide the product by the third sine. What emerges we make an arc; and what emerges from the arc is the distance of the star from the equator. If the latitude of the star and the declination of the star's argument are on the same side, the distance is on that side; and if they are on different sides, the distance is on the side of the greater of the two.

When we want to determine the degree that reaches the meridian with the star, we also subtract the total declination from ninety and make what remains a sine: it is the first sine. We make the total declination a sine. It is the second sine. We make the distance of the star from the equator a sine. it is the third sine. We subtract the distance from ninety and make what remains a sine. It is the fourth sine. We make the argument of the star that emerged for us from the ascension a sine. It is the fifth sine. Then we multiply the second sine by the third sine and divide the product by the fourth sine. What emerges we multiply by the fifth sine. The product we divide by the first sine, and what emerges we make an arc. If the star is between the beginning of Cancer

إلى أول الجدى وبعده من معدل النهار شمالى زدنا ما خرج لنا على حصة
الكوكب وإن كان بعده فى جهة الجنوب نقصناه منها وإن كان الكوكب فيما
170 بين أول الجدى إلى أول السرطان وبعده من معدل النهار شمالى نقصنا ما
خرج لنا من حصة الكوكب وإن كان فى جهة الجنوب زدناه عليها فما حصل
بعد الزيادة والنقصان أدخلناه جدول مطالع الفلك المستقيم وأخذنا ما بحياله
من درج السواء فما خرج لنا فهو موضع الدرجة التى توافى مع الكوكب
وسط السماء ·

175 فإذا عرفنا بعد الكوكب من فلك معدل النهار نقصناه من تسعين فما
بقى فهو بعده من القطب الشمالى فنعرف نصف قطر مداره فى الصفيحة من
جدول المدارات ومثال ذلك أن بعد العيوق من معدل النهار ثلثة وأربعون
جزءًا وأربعون دقيقة فى جهة الشمال فيكون بعده من القطب الشمالى ستة
وأربعين جزءًا وعشرين دقيقة فندخل ذلك الجدول الذى عملناه لأنصاف
180 أقطار المدارات ونأخذ ما بحياله فيخرج لنا نصف قطر مداره فى الصفيحة
ثمانية أجزاء وأربعة وعشرين دقيقة وكذلك نستخرج أنصاف أقطار المدارات
لكل ما نريد من الكواكب فى الأسطرلاب ونثبت ذلك فى الجدول ليكون
ميسراً لنا عند وقت العمل ·

---

B عليهما [ عليها 171   om. C [ نقصناه ... شمالى 170–169   T من [ فى 169   BS فإن [ ¹وإن 169
C,corr. ex معدل [ فلك معدل 175   om. S [ فما ... السماء 174–173   C أو النقصان [ والنقصان 172
B الجداول [ الجدول 182   add. T فى [ ذلك 179   B من [ فى 178   supra T [ فهو 176   B معدل فلك
add. T إن شاء الله [ العمل 183   B ميسر [ ميسراً 183

---

add. S فى جهة الشمال [ دقيقة 179



and the beginning of Capricorn and its distance from the equator is northern, we add what emerges for us to the argument of the star; and if its distance is on the south side, we subtract it from it. And if the star is between the beginning of Capricorn and the beginning of Cancer and its distance from the equator is northern, we subtract what emerges for us from the argument of the star; and if it [sc. its distance] is on the south side, we add it to it. With what results after addition or subtraction we enter the table of ascension at *sphaera recta* and take what degrees of equality are opposite it: what emerges for us is the position of the degree that arrives with the star at the meridian.

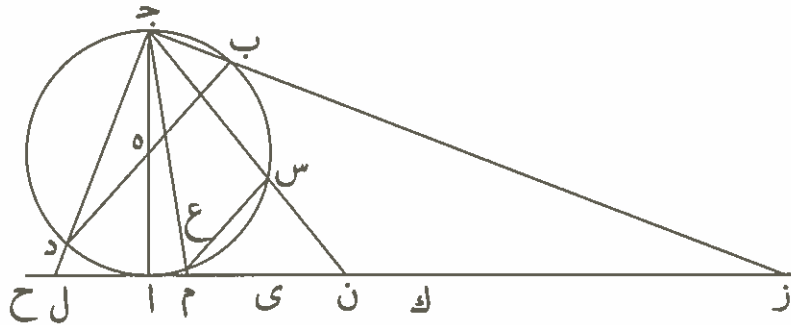
When we have determined the distance of the star from the equator circle, we subtract it from ninety: what remains is its distance from the north pole. We determine the semidiameter of its course in the plate from the table of courses. An example of that: the distance of *al-ʿayyūq* from the equator is 43°40′ on the north side; so its distance from the north pole is 46°20′[19]. With that we enter the table which we have made for the semidiameters of the courses and take what is opposite it for us. There emerges for us the semidiameter of its course in the plate, $8^p24'$. Similarly, the semidiameters are obtained for all the stars that we want in the astrolabe and we establish that in a table, so that it is made easy for us when constructing [the astrolabe].

---

[19] "on the northern side" *add.* S.

[5] ولنصف على إثر ما قدمنا كيف نستخرج أنصاف أقطار الدوائر

185 التى للارتفاع عن دائرة الأفق وتسمى فى الأسطرلاب المقنطرات فنعيد شكل

دوائر الارتفاع الذى قدمناه ونفرض قوس جب لعرض الإقليم ثلثين جزءًا

وخط ب د قطر الأفق فى الكرة وخط زل قطر الأفق فى الصفيحة ولكن

خط از نصف قطر مدار نقطة ب على مثل ما بينا فى المدارات وخط ال

نصف قطر مدار نقطة د وقوس اد ثلثون جزءًا وقوس اب مائة وخمسون

190 جزءًا فنأخذ قدر خطى ال از من جدول أنصاف أقطار المدارات فيخرج لنا

خط ال خمسة أجزاء وست عشرة دقيقة وخط از ثلثة وسبعين جزءًا وعشرين

دقيقة فيكون كل خط زل ثمانية وسبعين جزءًا وستاً وثلثين دقيقة وخط كل

نصف قطر دائرة الأفق يكون تسعة وثلثين جزءًا وثمانى عشرة دقيقة وننقص

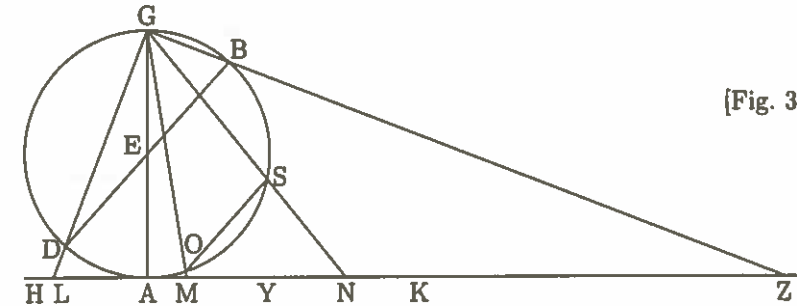
من خط كل خط ال فيبقى خط اك أربعة وثلثين جزءًا ودقيقتين

195 وذلك بعد مركز دائرة الأفق من مركز الصفيحة ونأخذ أيضاً فى فلك نصف

*185* فنميد ] فندير خ *supra* T *186* قدمناه ] قدمنا C *186* الإقليم ] إقليم S *187* الكرة ] الاكره B
*187* ولكن ] وليكن S *188* نصف ] *marg.* B *188* مثل ] *om.* S *188* بينا ] *om.* BS *189* نقطة ] *om.*
BS *190* قدر ] قطر BS *190* جدول ] جداول T *192* كل ] الكل B *195* وذلك ] بكن C

*192* دقيقة[2] ] ونقسم خط زل نصفين على نقطة ك *add.* S



[5] Succeeding what we have set out, let us describe how we obtain the semidiameters of the circles that are for the altitude from the horizon circle, which in the astrolabe are called almucantars. We redraw the figure of the altitude circles, which we have set out before. We assume arc *GB* as the latitude of the climate, 30°, and line *BD* as

[Fig. 3.4]

the diameter of the horizon in the sphere and line *ZL* as the diameter of the horizon on the plate. But line *AZ* is the semidiameter of the course of point *B*, as we showed for the courses; line *AL* is the semidiameter of the course of point *D*; arc *AD* is 30°and arc *AB* 150°. We take the amount of lines *AL AZ* from the table of the semidiameters of the courses. There emerges for us line *AL*, $5^p16'$, and line *AZ*, $73^p20'$. So the whole line *ZL* is $78^p36'$[20]; line *KL*, the semidiameter of the horizon circle, is $39^p18'$. From line *KL* we subtract line *AL*: there remains line *AK*, $34^p2'$. That is the distance of the centre of the horizon circle from the centre of the plate. Also, in the meridian circle we take

[20] "we bisect line *ZL* at point *K*" *add.* S

النهار قوس س ب ستين جزءًا ونخرج خط س ع يوازى خط ب د فخط س ع
قطر دائرة ارتفاع ستين جزءًا عن الأفق ونخرج خطى ج ع ج س وننفذهما
إلى خط ز ح يقطعانه على نقطتى ن م فخط ن م فى الصفيحة قطر مقنطرة
ستين جزءًا وقوس ا ع ثلثون جزءًا وكل قوس ا س تسعون جزءًا ولكن خط
200 ا ن نصف قطر مدار نقطة س وخط ا م نصف قطر مدار نقطة ع فنأخذ قدر
خط ا ن من أنصاف أقطار المدارات فنجده تسعة عشر جزءًا وتسعاً وثلثين
دقيقة فننقص منه خط ا م وهو خمسة أجزاء وست عشرة دقيقة فيبقى خط
م ن أربعة عشر جزءًا وثلثاً وعشرين دقيقة بالتقريب وخط م ى نصف قطر
مقنطرة ستين يكون سبعة أجزاء وأحدى عشرة دقيقة وثلثين ثانية فنزيد عليها
205 خط ا م فيكون كل خط ا ى اثنى عشر جزءًا وثمانيا وعشرين دقيقة وذلك
بعد مركز هذه المقنطرة من مركز الصفيحة وعلى هذا المثال نستخرج أنصاف
أقطار جميع المقنطرات وأبعاد مراكزها من مركز الصفيحة لجميع الأقاليم ونثبت
ذلك فى الجدول ليكون ميسراً عند وقت العمل ·

[6] ولنبين أيضاً كيف نستخرج أنصاف أقطار الدوائر التى تحد
210 السموت فى دائرة الأفق فى الأسطرلاب فنخط فلك نصف النهار عليه ا ب ج

196 س ب ] دس C 197 ج ع ] د ع C 197 ج س ] ج م و C 198 يقطعانه ] فتقطعانه T 199 وكل ] وكذلك B 200 ا ن ] ا ز S 200 س ] فى الصفيحة add. S 200 ع ] فى الصفيحة add. S 203 م ن ] م ر B 203 وثلثاً وعشرين دقيقة ] ملنا وعشرين دقيقة marg. T 203–204 وخط ... ثانية ] om. B; وخط ] فخط T, سبعة أجزاء 204 ... يكون ... ثانية ] om. T, 204 مقنطرة ستين ] مدار هذه المقنطرة TS 204 فيكون خط S 205 خط² ] om. C 205 ا ى ] ا ب C 206 مركز ] om. B 206 أنصاف ] om. BS 208 الجدول ] الجداول BS 208 ميسراً ] ميسر B; لنا marg. B; لنا add. T 208 عند ] supra T 208 العمل ] إن شاء الله add. CT 209 تحد ] تحدث C 210 دائرة ] دوائر C 210 نصف ] om. S

203 بالتقريب ] فنقسمه بنصفين على ى add. S



arc *SB*, 60°. We draw line *SO* parallel to line *BD*: line *SO* is the diameter of the altitude circle of 60° from the horizon. We draw lines *GO*, *GS* and let them run through to line *ZH*, cutting it at points *N*, *M*. Therefore line *NM* on the plate is the diameter of the almucantar of 60°. Arc *AO* is 30°; the total arc *AS* is 90°. But line *AN* is the semidiameter of the course of point *S* and line *AM* is the semidiameter of the course of point *O*. So we take the amount of line *AN* from the semidiameters of the courses and we find it $19^p39'$. We subtract from it line *AM*, which is $5^p16'$: there remains line *MN*, $14^p23'$ approximately[21]. Line *MY*, the semidiameter of the almucantar of 60, is $7^p11'30''$. So we add to it line *AM*: the whole of line *AY* is $12^p28'$ and that is the distance of the centre of this almucantar from the centre of the plate. According to this model we obtain the semidiameters of all the almucantars and the distances of their centres from the centre of the plate for all the climates. We lay that out in the table, so that it is helpful when constructing [the astrolabe].

[6] Let us also show how we determine the semidiameters of the circles that define the azimuths in the horizon circle in the astrolabe: we draw the meridian circle, on which are *A B G*

[21] "we bisect it at *Y*" *add.* S.

د ونجعل نقطة ا القطب الشمالى ونقطة جـ القطب الجنوبى ونفصل قوس
جب بقدر عرض الإقليم ونخط نصف دائرة الأفق الشرق للإقليم عليه ب ه
د وأيضاً نصف دائرة أفق الفلك المستقيم عليه جـ ه ا ونخط أولاً من دوائر

السموت نصف الدئرة التى تقطع دائرة نصف النهار على زوايا قائمة وهى
215 التى تقطع قوس الأفق على مطلع الحمل والميزان عليه ز ه ح فبين أن نقطة
ه مشتركة للثلث الدوائر وكل واحدة من قسى ب‌ه ه‌جـ ه‌ح ربع دائرة ونجيز
على نقطة ا خط نصف النهار فى الصفيحة عليه ط ك ونخرج خطى جح
جز وننفذهما إلى خط طك يقطعانه على نقطتى ط ك ونقسم طك بنصفين
على ل فنقطة ط سمت الرأس فى الصفيحة وطك قطر هذه الدائرة فعلى ما
220 بينا فيما تقدم يكون خط اك نصف قطر مدار نقطة ح وخط اط نصف
قطر مدار نقطة ز فنأخذ لكل واحد من نقطتى ح ز نصف قطر مدارها فى

212 نصف ] قطر add. C 212 للإقليم ] فى الإقليم T 213 وأيضاً نصف ] وانصف B, ونصف S
214 زوايا ] زاوية B 215 على ] om. S 215 فبين ] فتبين B, فبين S 216 للثلث الدوائر ] دوائر لثلاث S 216 ه‌ح ] جح C, ٮحح B, ز ه S 218 يقطعانه ] يقطعانه repet. C; يقطعانه ... ك ] om. BS
219 الرأس ] الرؤوس B 219 قطر ] corr. ex قطرها B 219 الدائرة ] in corr. B 220 خط ] om. S



*D* and make point *A* the north pole and point *G* the south pole. We cut off arc *GB* in the amount of the latitude of the climate and we draw the semicircle of the eastern horizon of the climate on which are *B E D*, and also the semicircle of the horizon at *sphaera recta*, on which are *G E A*. Of the azimuth circles we first draw the semicircle that cuts the

[Fig. 3.5]

meridian circle at right angles – which is the one that cuts the arc of the horizon at the rising-place of Aries and Libra –, on which are *Z E H*. It is clear that point *E* is common to the three circles and each of arcs *BE*, *EG*, *EH* is a quarter of a circle. Through point *A* we pass the meridian line in the plate, on which are *T K*. We draw lines *GH*, *GZ* and continue them to line *TK*, cutting it at points *T K*. We bisect *TK* at *L*: point *T* is the zenith in the plate and *TK* is the diameter of this circle. According to what we have shown in the preceding, line *AK* is the semidiameter of the course of point *H* and line *AT* is the semidiameter of the course of point *Z*. For each of points *H Z* we take the semidiameter of its course in

الصفيحة على مثل ما بينا ونجمع ذلك فيخرج لنا خط طك قطر الدائرة
خمسة وأربعين جزءًا واثنتين وعشرين دقيقة ويكون خط لط نصف القطر
اثنين وعشرين جزءًا وإحدى وأربعين دقيقة وليست بنا حاجة إلى استخراج
225 مواضع المراكز إذ قد بينا أنها تقع على خط واحد وقد يمكننا أن نرسم هذه
الدائرة فى سطح الأسطرلاب من غير معرفة نصف قطرها إذا خططناها على
نقطتى مطلع الحمل ومغربه ونقطة سمت الرأس وإنما استخرجنا نصف
قطرها بالحساب لأن به تستخرج أنصاف أقطار سائر الدوائر التى للسموت
كما نصف ·

230 فنعيد أيضاً الصورة ونخرج من نقطة لَ الخط الذى بينا أن مراكز
دوائر السموت تقع عليه وعليه قَ لَ سَ ونأخذ من نقطة هَ فى نصف دائرة
الأفق قوس هز ونجعلها ثلثين جزءًا وندير على نقطة زَ وعلى نقطة سمت
الرأس نصف دائرة حزع وهى الدائرة التى تحد سمت ثلثين جزءًا من مطلع
الحمل وتكون قوس زب ستين جزءًا فزاوية زحب أصغر من قائمة ونخرج
235 من نقطة جَ إلى قوس حزع قوساً من فلك عظيم عليها جَ كَ ونجعل زاوية
جكع قائمة ونتم دائرة حزعم ونخرج أيضاً من نقطة آ إلى قوس حمع
قوساً من فلك عظيم وعلى زاوية قائمة من قوس حمع عليها آ مَ فتبين أن
قوسى أم جك من دائرة واحدة وهى الدائرة التى تمر على القطبين وتقطع

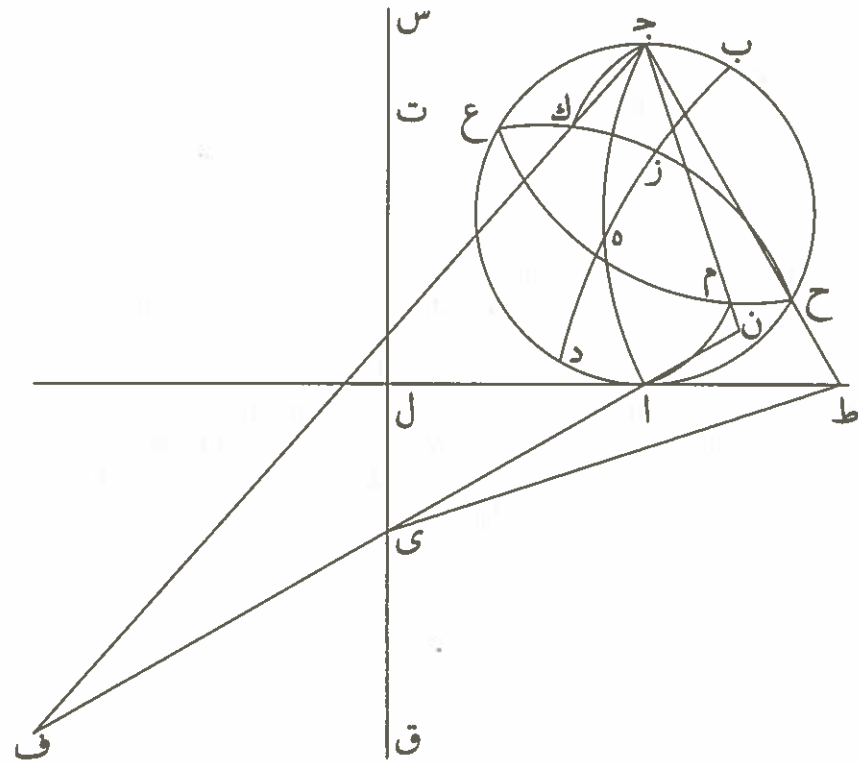
223 لط ] in corr. C 224 وليست ] وليس CBS 225 تقع ] تقطع B 226 الدائرة ] الدوائر CT
227 ومغربه ونقطة ] نقطة ومعرفة والميزان C 228 للسموت ] السموة بحد S 230 مراكز ] مركز T
231 السموت ] om. S 231 وعليه ق ل س ] om. C, ق ل س B, عليه ق ل س S 232 نقطة¹ ] om. BS 232 وعلى ] in corr. C 234 زحب ] زعب S 235 قوس ] قوسى B, om. S 236 ونتم ] وتتم S
236 حزعم ] جزعم S 237 وعلى ] على BS



the plate, as we have shown; we add that up: there emerges for us line *TK*, the diameter of the circle, 45^p^22′; line *LT* is the semidiameter, 22^p^41′. There is no need for us to determine the positions of the centres, since we have shown that they fall on one line[22]. We can draw this circle in the plane of the astrolabe without knowing its semidiameter, when we draw it through the rising and setting points of Aries and [through] the zenith point. We have only determined its semidiameter by calculation, because by it are determined the semidiameters of the other circles [standing] for the azimuths, as we shall describe.

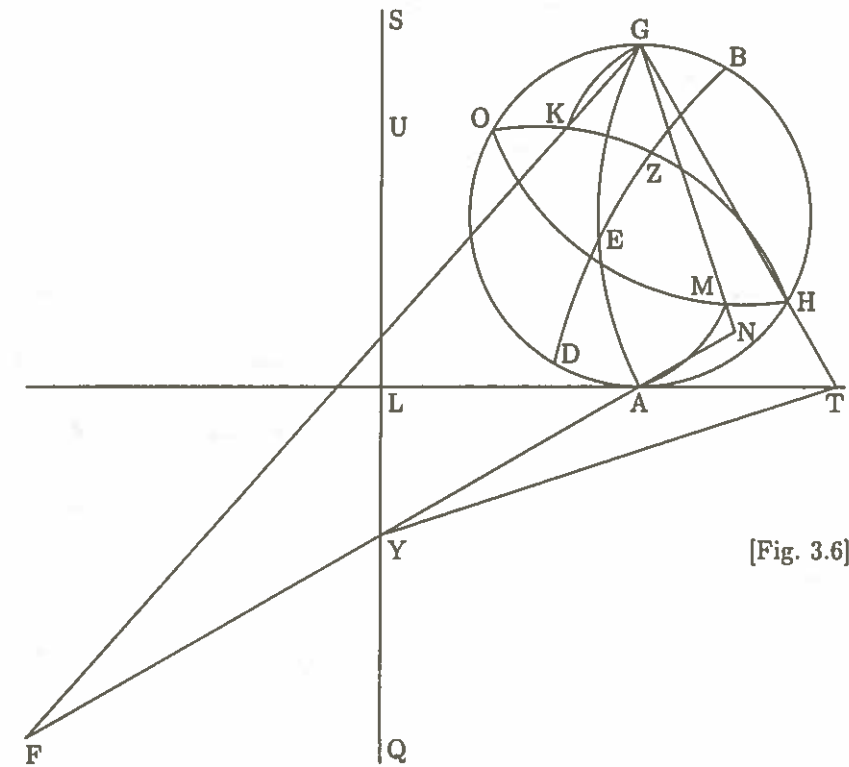
Again, we redraw the figure. From point *L* we draw the line on which we have shown the centres of the azimuth circles to fall; on it are *Q L S*. In the semicircle of the horizon, from point *E* we take arc *EZ* and make it 30°. Through point *Z* and through the zenith point we draw semicircle *HZO*, which is the circle that defines the azimuth of 30° from the rising point of Aries; and arc *ZB* is 60°. So angle *ZHB* is less than a right [angle]. From point *G* to arc *HZO* we draw an arc of a great circle [*falak ʿaẓīm*] on which are *G K*; we make angle *GKO* right. We complete circle *HZOM*. Also, from point *A* to arc *HMO* we draw an arc of a great circle at a right angle from arc *HMO*; *A M* are on it. So it is clear that arcs *AM GK* are of the same circle, which is the circle going through the poles and cutting

[22] The meaning of this sentence is obscure: for the subject in this passage is one special circle; and in the next section a procedure for finding the place on the line for any centre is described.

دائرة حزعم على زوايا قائمة ونخرج خط جك وننفذه إلى سطح الصفيحة
فيقع على نقطة ف ونخرج فى الصفيحة خط اف يقطع خط قلس على 240

نقطة ى ونخرج فى الكرة خط جم وننفذه إلى سطح الصفيحة ونخرج خط
فا فيلتقيان على نقطة ن من أجل أن خطوط جن جف فن فى سطح
الدائرة التى أخذنا منها قوسى جك ام وهذه الدائرة تقطع دائرة حزعم

239 زوايا ] زاوية C 240 فيقع ] om. S 240 نقطة ف ] اف نصف B 240 قلس ] ولس C
241 الصفيحة ] على نقطة ن add. S 241 ونخرج² ] إليه add. BTS 241 خط ] خطا B 242 ن ] ز
B 242 جن ] حر B, جز S 242 جف ] جلف S 242 فن ] مو B, جم S 243 الدائرة¹ ] الميلية add. S
243 التى أخذنا منها ] marg. B



circle *HZOM* at right angles. We draw line *GK* and produce it to the plane of the plate: it falls on point *F*. We draw on the plate line *AF* cutting line *QLS* at point *Y*. On the sphere we draw line *GM*

[Fig. 3.6]

and produce it to the plane of the plate. We produce [*nukhrij*] line *FA*: they [lines *FA GM*] meet at point *N*, because lines *GN GF FN* are in the plane of the circle from which we took arcs *GK AM*. This circle cuts circle *HZOM*

على زوايا قائمة فخط جك أقصر الخطوط التى تخرج من نقطة ج إلى دائرة

245 ح ز ع م وخط جم أطولها فالمخروط الذى قاعدته دائرة ح ز ع م قد فصله

مثلث جفن على هذين الخطين وخرج سطح المثلث إلى سطح الأسطرلاب

فصار فصلهما المشترك خط نف فخط نف قطر دائرة ح ز ع م فى سطح

الأسطرلاب على ما بينا فى شكل المخروط فى النوع الأول فمركز دائرة

ح ز ع م فى الصفيحة يقع على خط فن وقد بينا أيضاً فيما تقدم أنه يقع

250 على خط ق ل س فنقطة ى مركز هذه الدائرة ونخرج من نقطة ى إلى

نقطة ط وهى سمت الرأس خط ى ط فخطوط ى ط ى ن ى ف متساوية لأن

كل واحد منها نصف قطر الدائرة ونفصل من خط ى س خط ى ت مثل خط

ى ط فخط ى ت نصف قطر هذه الدائرة أيضاً فالدائرة المخطوطة على نقطة

ى وببعد ى ط تمر على نقط ن ب ف ولكن قوس ب ز من دائرة الأفق

255 ستون جزءًا وكل واحدة من قوسى ب ع ز ع ربع دائرة وقوس جع هو ما

ينقص <به> عرض الإقليم من تسعين فبين أن باليسير من العمل تعلم

قوس جك على مثل ما نستخرج أقدار قسى الميل نسبة جيب قوس ز ب

---

244 زوايا ] زاوية C 244 فخط ] وخط CBS 244 دائرة ] in corr. T 245 فالمخروط ] بالمخروط C 246 جفن ] حفر B 247 فصار ] فكان C 247 فصلهما ] فصله CBS 247 نف¹ ] لف B 247 فخط ] فجعل لف T 247 نف² ] لف B 249 يقع ] om. CBS 250 ق ل س ] قلس S 251 ى ن ] ر B 251 ى ف ] لف B 252 كل ] marg. B 252 ى س ] لس B, قلس S 252 خط² ] om. S 252 ى ت ] لب B, يث T, ى ب S 253 ى ت ] يث T, ى ب S 254 نقط ن ب ف ] نقطه ن ب ف C, نقطتى ر ب B, نقطه ن ث ف T, نقطتى ن ب S 254 ولكن ] om. B; لكن marg. B 255 ستون ] بستين B, ستين S 255 واحدة ] واحد CS, وَحدةً B 255 من قوسى ] وقوسى B 255 ب ع ] ز ع C 255 جع ] جمع S 256 فبين ] فتبين B, فتبين S 256 باليسير ] باليسر T 257 جك ] مك T 257 جيب ] supra T

---

250 ق ل س ] وقد تقاطعا على نقطة ى add. S
256 تسعين ] وهو ستون جزءًا add. S
257 ز ب ] تمام السمت add. S



at right angles and so line *GK* is the shortest of the lines that emerge from point *G* to circle *HZOM* and line *GM* is the longest of them. Therefore triangle *GFN* cuts off the cone whose base is circle *HZOM* on these two lines. The plane of the triangle extends to the plane of the astrolabe. So their common section becomes line *NF*. Therefore line *NF* is the diameter of circle *HZOM* in the plane of the astrolabe, as we have explained in the proposition on the cone in Chapter 1. So the centre of circle *HZOM* in the plate is on line *FN*. We have also shown in the preceding that it falls on line *QLS*[23]: therefore point *Y* is the centre of this circle. From point *Y* to point *T*, which is the zenith, we draw line *YT*. Therefore lines *YT*, *YN*, *YF* are equal, because each of them is a semidiameter of the circle. From line *YS* we cut off line *YU* equal to line *YT*: so line *YU* is also a semidiameter of this circle. Therefore the circle drawn about point *Y* and with distance *YT* goes through points *N U F*. But arc *BZ*, of the horizon circle, is 60° and each of arcs *BO ZO* is a quadrant of a circle and arc *GO* is that by which the latitude of the climate falls short of 90[24]. Therefore it is clear that with little work arc *GK* becomes known in the same way as we determine the quantities of the arcs of declination: the ratio of the sine of arc *ZB*[25]

---

[23] " – they [*sc.* lines *FN* and *QLS*] intersect at point *Y* – " *add.* S.
[24] "and it is sixty degrees" *add.* S.
[25] "the complement of the azimuth" *add.* S.

إلى جيب قوس ب ع كنسبة جيب قوس كـ ج إلى جيب قوس ج ع فنأخذ
جيب قوس ز ب وهى أحد وخمسون جزءًا وسبع وخمسون دقيقة واثنتان
260 وأربعون ثانية بالمقدار الذى يكون به القطر مائة وعشرين جزءًا فنضربها فى
جيب قوس ج ع وهو أيضاً أحد وخمسون جزءًا وسبع وخمسون دقيقة
واثنتان وأربعون ثانية فيبلغ ذلك ألفين وسبع مائة جزء وصفراً وثلاثاً وخمسين
ثانية فنقسمها على جيب قوس ب ع وهى ٦٠ جزءًا فيخرج لنا جيب قوس
كـ ج خمسة وأربعين جزءًا وصفراً وثانية فقوس كـ ج تكون ثمانية وأربعين
265 جزءًا وخمسة وثلثين دقيقة بالتقريب وكذلك أيضاً تكون قوس ا م ولكن خط
ا ن فى الصفيحة نصف قطر مدار نقطة م وخط ا ف نصف قطر مدار نقطة
ك فإذا نقصنا قوس ج ك من مائة وثمانين جزءًا فالذى يبقى هو بعد نقطة ك
من نقطة ا فى الدائرة المخطوطة على نقط ا م ج ك فنستخرج نصف قطر
مدار نقطة ك ونزيد عليه نصف قطر مدار نقطة م ونجمعهما فيكون ذلك
270 خط ن ف وهو اثنان وخمسون جزءًا وأربع وعشرون دقيقة بالمقدار الذى به
يكون قطر مدار الجدى ستين جزءًا لأن بهذه الأقدار استخرجنا أنصاف
أقطار جميع المدارات فكل واحد من خطى ى ن ى ط ستة وعشرون جزءًا
واثنتا عشرة دقيقة ولكن من أجل أن خط ى ط فى الدوائر التى تقرب من

---

258 ب ع ] رع CT, بع marg. T 259 وهى ] وهو C 260 يكون به ] tr. BS 262 فيبلغ ] فبلغ BS 262 وصفراً ] وصفر C 262 وثلاثاً ] om. BS 263 ب ع ... قوس ] om. C 263 لنا ] om. BS 265 وخمسة وثلثين ] و٣٨ S 266 الصفيحة ] يكون add. C 266 نصف ] om. C 267 فإذا ] فانا B 267 نقصنا ] انقصنا C 267 جك ] حك C 267 بعد ] marg. C 268 نقط ] نقطه T 269 ونجمعهما ] ونجمعها BS 270 ن ف ] القطر add. S 272 ى ن ] ير BS 272 ى ط ] ى ك C 273 خط ] supra T 273 الدوائر ] الدائرة C 273 تقرب ] تعرف B

---

273 دقيقة ] لأن كل واحد منهما نصف قطر للدائرة add. S



to the sine of arc *BO* is as the ratio of the sine of arc *KG* to the sine of arc *GO*. So we take the sine of arc *ZB*, which is $51^{p}57'42''$, in the scale in which the diameter is $120^{p}$; we multiply it by the sine of arc *GO*, which is also $51^{p}57'42''$: that amounts to $2700^{p}0[']53''$. We divide them by the sine of arc *BO*, which is $60^{p}$: there emerges for us the sine of arc *KG*, $45^{p}0[']1''$. Therefore arc *KG* is $48°35'$ approximately. Similarly also arc *AM* is [found]. But line *AN* in the plate is the semidiameter of the course of point *M*; and line *AF* is the semidiameter of the course of point *K*. So when we subtract arc *GK* from 180°, what remains is the distance of point *K* from point *A* in the circle described on points *A*, *M*, *G*, *K*. We determine the semidiameter of the course of point *K*; and we add to it the semidiameter of the course of point *M* and add them together. That is line *NF*, and it is $52^{p}24'$ in the scale in which the diameter of the course of Capricorn is $60^{p}$, because in these units [*aqdār*] we have determined the semidiameters of all the courses. Therefore each of lines *YN* *YT* is $26^{p}12'$[26]. But because line *YT* in the circles which are near

---

[26] "because each of the two is a semidiameter of the circle" *add.* S.

دائرة سمت مطلع الحمل فى الصفيحة يقع قريباً من خط ل ط ومساوياً له
بالتقريب فيعسر رسم خط ى ل على الحقيقة وإن وقع فى خط ق ل س ذلك 275
وقع لذلك فى خط ى ل الاختلاف الكثير فإن نحن ضربنا خط ى ط فى مثله
ونقصنا مما اجتمع خط ل ط مضروباً فى مثله وأخذنا جذر ما بقى فيكون
خط ى ل فننقصه من خط ى ت وهو نصف القطر أيضاً يبقى لنا خط ل ت
ثلثة عشر جزءًا وست دقائق بالتقريب .

فإذا استخرجنا خط ل ت لجميع دوائر السمت لم يكن فيما لعله يقع 280
من الزلل عند العمل فى خط ق ل س ما يدخل علينا فى تخطيط الدوائر على
خط ل ت ما يحس قدره لأن الزلل الكثير فى خط ق ل س لا يغير من نقطة
ت عن ممر الدائرة المخطوطة عليها وعلى نقطة ط ما يدرك ولا ما يحس
فلذلك جعلنا بدل استخراجنا مواضع المراكز من خط ق ل س استخراج المواضع
التى تقاطع عليها الدوائر خط ق ل س . 285

274 ل ط ] ل ك C 275 فيعسر ] فنعيس B 275 رسم ] om. C 275 ى ل ] BTSMLKP: ل ك C
276 لذلك ] كذلك B, ذلك T 276 الكثير ] الكبير C 277 مضروباً ] مضروب B 278 ى ل ] ى ل نط B,
ب ل T 278 ى ت ] يب S 278 أيضاً ] om. T 278 خط³ ] om. T 278 ل ت ] ل ب CBS, ل ث
T 280 ل ت ] لث T, لب S 280 لعله ] لعلة T 281 عند العمل ] om. S 282 ل ت ] ل ب CS, لث
T 282 يحس ] محس B 282 ق ل س ] ف ل س C 283 ت ] ث T, ب S 283 الدائرة ] الدوائر C
283 يحس ] محس B 284 المواضع ] الموضع S

285 ق ل س ] بالحقيقة والله أعلم add. C; يلتقيان على نقطة عندها ف add. B



the circle of the azimuth of the rising place of Aries in the plate falls near the line *LT* and approximately equal to it, line *YL* is hard to draw according to the real situation. If that happens on line *QLS*, there therefore happens in line *YL* a great disparity. So if we multiply line *YT* by itself and subtract from the product line *LT* multiplied by itself, and take the root of what remains – it is line *YL* – and subtract it from line *YU*, which is also the semidiameter, there remains for us line *LU*, $13^p6'$ approximately.

When we determine line *LU* for all the azimuth circles, any error that may occur in the construction on line *QLS* will not bring about for us, in drawing the circles on line *LU*, [an error] of a perceptible amount, because a large error in line *QLS* does not bring about a detectable and perceptible change in point *U* from the transit of the circle drawn through it and through point *T*. Therefore instead of determining the places of the centres on line *QLS*, we determine the places at which the circles intersect line *QLS*[27].

[27] "the two meet at a point near which is *F*" *add.* S.

# النوع الرابع

## فى صفة تخطيط الجداول ووضع كل ما يحتاج إلى معرفته منها

فلنثبت الآن ما يحتاج إلى رسمه فى الجداول ليكون مهيأ لنا عند وقت العمل
ونجعل ذلك على ما نصف فنقدم أولاً الجدولين الأولين اللذين رسمنا فيهما
أنصاف أقطار المدارات لجزء جزء مما يلى القطب الشمالى إلى ما يتلو نحو 5
القطب الجنوبى فى الأول منهما عدد الأجزاء المائة والثمانين التى بين القطبين
وفى الثانى أنصاف أقطار المدارات ونتبع ذلك بجدولين آخرين نرسم فيهما
مطالع الفلك المستقيم التى بها نقسم أجزاء فلك البروج فى الأسطرلاب .

ونثبت على إثر ذلك جداول ثمنية للكواكب الثابتة ونقتصر منها على
وضع خمسة وعشرين كوكباً فى جهتى الشمال والجنوب بحسب مواضعها فى 10
الطول والعرض وسائر ما يستخرج منها لسنة خمس وعشرين ومائتين من
سنى يزدجرد فنرسم فى الجدول الأول أسماء الكواكب وفى الثانى مواضعها
فى الطول من فلك البروج وفى الثالث عروضها وفى الرابع جهات العروض
فى الشمال والجنوب وفى الخامس أبعادها من معدل النهار وفى السادس

2 صفة ] om. T   2 منها ] om. BS, فيها T   3 فى ] من S   3 لنا عند وقت العمل ] لوقت العمل, marg. لنا عند وقت العمل T   3 عند ] repet. B   4 الجدولين ] الجدو in textu لين marg. B   4 الأولين ] om. CBS   4 اللذين ] الذى B   4 فيهما ] فيها B   5 أقطار ] marg. B   5 المدارات ] corr. marg. ex الدوائر B   6 منهما ] منها BS   6 التى ] اى S   7 ونتبع ] in corr., var. وسع marg.   7 بجدولين ... فيهما ] بجدول آخر نرسم فيه أجزاء T   7 فيهما ] فيها CS   9 جداول ] جدول C   9 ثمنية ] نسميه C, نسميه يمنيّه B   9 للكواكب ] الكواكب CBT   9 الثابتة ] in corr. B; وهى ثمانية add. C   9 ونقتصر ] وبعض C   10 فى¹ ] من BS   10 بحسب ] وبحسب CBT   11 خمس ] أربع (supra خمس) T   12 يزدجرد ] يزجرد B   12 الكواكب ] الثابتة add. C   14 الشمال والجنوب ] الجنوب والشمال B

12 يزدجرد ] ٢٤٢ سنة ناقصة هجريه ٨٥٦ سنة ناقصة ميلاديه marg C



*Chapter 4*
*On how to draw up the tables*
*and to set up all that it is necessary to know of them*

Let us now establish what must be laid down in the tables, so that it is ready for us at the time of construction. We do that as we shall describe. First we set out the two columns [of the first table] in which we tabulate the semidiameters of the courses, degree by degree, from what is near the north pole to what follows towards the south pole: in the first of them is the number of the 180 degrees that are between the poles, and in the second are the semidiameters of the courses. We follow that up with [a table of] two other columns, in which we tabulate the ascensions at *sphaera recta*, by which we divide the degrees of the zodiac on the astrolabe.

After that we establish [a table of] eight columns for the fixed stars. We restrict ourselves to entering 25 stars of them on the northern and southern sides according to their positions in longitude and latitude, and what else can be derived from that, for the year 225 Yazdijird [856–857 AD][28]. In the first column we put the names of the stars; in the second their positions in longitude in the zodiac; in the third their latitudes; in the fourth the directions of the latitudes, to the north or south; in the fifth their distances from the equator; in the sixth

[28]The Muslim and Christian years are correctly given as 242 and 856, respectively, in a modern hand in the margin of MS C.

15 جهات الأبعاد فى الشمال والجنوب وفى السابع الأجزاء التى تمر معها فى خط
وسط السماء وفى الثامن أنصاف أقطار مداراتها فى الأسطرلاب وبهذين
الجدولين فقط أعنى السابع والثامن يكون عملنا فيما يرسم منها فى
الأسطرلاب الشمالية وإنما رسمنا ما سوى ذلك ليكون حاضراً لمن يريد
معرفته أو تقويم خطأ إن وقع فى الكتاب به ومع ذلك فبنا حاجة إلى رسم
20 أبعادها خاصة لنستخرج بها أنصاف أقطار مداراتها فى الأسطرلاب الجنوبية ٠

ونثبت بعد ذلك جداول المقنطرات ونبتدئ بالموضع الذى لا عرض له
لا لحاجة بنا إليه أكثر من الاعتبار به ونتبعه بالموضع الذى عرضه خمسة عشر
جزءًا ثم تتلو بزيادة جزء جزء إلى الموضع الذى عرضه خمسون جزءًا فإنه لا
يحتاج إلى أكثر من ذلك ومع هذا فإن استخراج المقنطرات لما جاز عرضه
25 الخمسين الجزء أو نقص من الخمسة عشر سهل على ما بينا فى جداول أنصاف
أقطار المدارات ونرسم ذلك فى ثلثة جداول فى الجدول الأول عدد أجزاء
الارتفاع ما بين جزء إلى تسعين جزءًا وفى الثانى أبعاد مراكز المقنطرات من
مركز الصفيحة وفى الثالث أنصاف أقطار المقنطرات ونرسم على كل إقليم مبلغ
عرضه وساعات أطول نهاره ٠

---

15 والجنوب ] وفى الجوب C 16-17 وبهذين الجدولين ] وهذين الجدولين C, وهاذان الجدولان BS 17 يرسم ] رسم B 18 ليكون ] فكون خ supra T 18 يريد ] أراد B 19 به ] om. T 19 إلى رسم ] repet. C 20 أقطار ] marg. B 20 الأسطرلاب ] با supra B 21 جداول ] جدول BS 23 ثم ] ما add. C 23 تتلو ] بعد ذلك add. C 24 ومع هذا ] أيضاً C 24 جاز ] جاز من T, جواد S 25 جداول ] جدول BS 25 فى ] من BS 25 سهل ] om. B, يسهل S 25 عشر ] العشر B 25 نقص ] انقص S 27 جزء ] واحد C 28 على ] فى T 29 أطول ] طول B



the directions of the distances [i.e. from the equator], north or south; in the seventh the degrees with which they pass at the meridian line; and in the eighth the semidiameters of their courses on the astrolabe. From these two columns alone, i.e. the seventh and eighth, is our procedure in what of them is drawn on the northern astrolabe. What is beyond that we have only tabulated so that it is present for anyone who wants to know it or to correct with it an error if it occurs in the book. Nevertheless we need to tabulate their distances specifically in order to obtain with them the semidiameters of their courses on the southern astrolabe.

After that we establish the tables of the almucantars. We begin with the place having no latitude, not so much because we need it as to take it into account. We follow it up by the place whose latitude is 15° and then they [*sc.* the degrees] follow, increasing degree by degree, up to the place of latitude 50°, because more than that is not needed. Apart from that, the determination of the almucantars for [a place of] latitude more than 50° or less than 15 is easy, as we have explained in the table of semidiameters of the courses. We tabulate that in three columns: in the first column the number of the degrees of altitude from 1 to 90 degrees; in the second the distances of the centres of the almucantars from the centre of the plate; and in the third the semidiameters of the almucantars. Over each climate we write the amount of its latitude and the hours of its longest day.

ونثبت بعد ذلك جدولين للسموت لجميع المواضع التى عملنا لها 30
المقنطرات، فنرسم فى الجدول الأول عدد القطع لخمسة أجزاء خمسة أجزاء فى
ربع من أرباع دائرة الأفق فإنه لا يحتاج إلى أكثر من ذلك وفى الثانى أقدار
الخطوط التى تقاطع عليها الدوائر الخط الذى تقع عليه المراكز ·

ونقتصر من جميع ما يرسم فى كل الجداول على الأجزاء والدقائق فإنه
لا يلحق فى الدقائق فضلاً عن الثوانى وما جازها فى عمل الأسطرلاب ما 35
<لا> يحس ولا يدرك وإن كانت الأسطرلاب تامة وعلى أعظم ما يمكن
صنعتها عليه وهذا تخطيط الجداول ·

30 جدولين للسموت ] جدولى السموت C 30 الجميع المواضع ] للمواضع C 31 فنرسم ] om. CBS 32 ربع ] من ربع add. C 32 أقدار ] أقطار CT; أقدار corr. in marg. T 33 عليه ] om. B 34 ونقتصر ] ولنقتصر S 34 كل ] om. C 34 الجداول ] جدول S 35 عن ] على T 35 جازها ] جاوزها S 36 يحس ] محسن B 36 ولا ] وما لا T 36 أعظم ] أكثر T 37 صنعتها ] صيغها S 37 وهذا ] وهكذى C

37 عليه ] إن شاء الله وبه الثقة تتلوه الجداول التى رسمناها لما ذكرنا من عمل الأسطرلاب add. C



After that we establish [a table of] two columns of the azimuths for all the places for which we have constructed the almucantars: in the first column we tabulate the number of the sections [*qiṭa'*] for every five degrees in one of the quadrants of the horizon circle, because more than that is not needed, and in the second the quantities of the lines on which the circles cut the line on which the centres fall.

In all that is tabulated in all the tables we restrict ourselves to parts [*juz'*] and minutes. There is not appended to the minutes – let alone seconds and what is beyond them – in making the astrolabe what is not perceived and not noticed, even if the astrolabe is complete and the largest that it is possible to make[29]. The drawing up of the tables is as follows.

[29] "God willing (in Him is trust). There follow the tables that we have drawn up for what we mentioned of the construction of the astrolabe" *add.* C.

| جدول أنصاف أقطار المدارات الموازية لمعدل النهار | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| العدد | أنصاف الأقطار | | العدد | أنصاف الأقطار | | العدد | أنصاف الأقطار | |
| ا | ة | ى | كا | ج | لج | ما | ز | كا |
| ب | ة | ك | كب | ج | مط | مب | ز | لج |
| ج | ة | لا | كج | د | ة | مج | ز | مد |
| د | ة | ما | كد | د | ى | مد | ز | نو |
| ه | ة | نا | كه | د | كا | مه | ح | ح |
| و | ا | ب | كو | د | لب | مو | ح | ك |
| ز | ا | يب | كز | د | مج | مز | ح | لب |
| ح | ا | كب | كح | د | ند | مح | ح | مد |
| ط | ا | لج | كط | ه | ه | مط | ح | نز |
| ى | ا | مج | ل | ه | يو | ن | ط | ط |
| يا | ا | ند | لا | ه | كز | نا | ط | كب |
| يب | ب | د | لب | ه | لح | نب | ط | له |
| يج | ب | يد | لج | ه | مط | نج | ط | مح |
| يد | ب | كه | لد | و | ة | ند | ى | ا |
| يه | ب | له | له | و | يب | نه | ى | يد |
| يو | ب | مو | لو | و | كج | نو | ى | كز |
| يز | ب | نو | لز | و | لد | نز | ى | م |
| يح | ج | ز | لح | و | مو | نح | ى | نج |
| يط | ج | يز | لط | و | نز | نط | يا | ز |
| ك | ج | كح | م | ز | ط | س | يا | ك |

جدول نصف قطر مدارات موازى معدل النهار از قطب شمال تا بقطب جنوب وعدد [*tit.*]
العدد ] T *supra man. rec.* أول عدد بين القطبين [...] كه قف است وثانى نصف قطر
7 يب ] D *كا 2 ك ] D *add.* درج دقايق, C *add.* ج بق ] أنصاف الأقطار T الاعداد
44 نو ] لب D 42 لج ] بر C 39 نح ] يا D 35 يب ] كر D 20 كح ] ن C 18 ز ] نب B
ة D 54 ا ] *مه D 48 مد ] بو C



| Table of the Semidiameters of the Courses Parallel to the Equator | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | semi-diameter | | no. | semi-diameter | | no. | semi-diameter | |
| 1 | 0 | 10 | 21 | 3 | 38 | 41 | 7 | 21 |
| 2 | 0 | 20 | 22 | 3 | 49 | 42 | 7 | 33 |
| 3 | 0 | 31 | 23 | 4 | 0 | 43 | 7 | 44 |
| 4 | 0 | 41 | 24 | 4 | 10 | 44 | 7 | 56 |
| 5 | 0 | 51 | 25 | 4 | 21 | 45 | 8 | 8 |
| 6 | 1 | 2 | 26 | 4 | 32 | 46 | 8 | 20 |
| 7 | 1 | 12 | 27 | 4 | 43 | 47 | 8 | 32 |
| 8 | 1 | 22 | 28 | 4 | 54 | 48 | 8 | 44 |
| 9 | 1 | 33 | 29 | 5 | 5 | 49 | 8 | 57 |
| 10 | 1 | 43 | 30 | 5 | 16 | 50 | 9 | 9 |
| 11 | 1 | 54 | 31 | 5 | 27 | 51 | 9 | 22 |
| 12 | 2 | 4 | 32 | 5 | 38 | 52 | 9 | 35 |
| 13 | 2 | 14 | 33 | 5 | 49 | 53 | 9 | 48 |
| 14 | 2 | 25 | 34 | 6 | 0 | 54 | 10 | 1 |
| 15 | 2 | 35 | 35 | 6 | 12 | 55 | 10 | 14 |
| 16 | 2 | 46 | 36 | 6 | 23 | 56 | 10 | 27 |
| 17 | 2 | 56 | 37 | 6 | 34 | 57 | 10 | 40 |
| 18 | 3 | 7 | 38 | 6 | 46 | 58 | 10 | 53 |
| 19 | 3 | 17 | 39 | 6 | 57 | 59 | 11 | 7 |
| 20 | 3 | 28 | 40 | 7 | 9 | 60 | 11 | 20 |

| جدول أنصاف أقطار المدارات الموازية لمعدل النهار | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| العدد | أنصاف الأقطار | | العدد | أنصاف الأقطار | | العدد | أنصاف الأقطار | |
| سا | يا | لد | فا | يو | مز | قا | كج | ن |
| سب | يا | مح | فب | يز | ه | قب | كد | يو |
| سج | يب | ب | فج | يز | كج | قج | كد | مج |
| سد | يب | يو | فد | يز | ما | قد | كه | ى |
| سه | يب | لا | فه | يح | ة | قه | كه | لز |
| سو | يب | مو | فو | يح | يط | قو | كو | ه |
| سز | يج | ة | فز | يح | لط | قز | كو | لد |
| سح | يج | يو | فح | يح | نط | قح | كز | ج |
| سط | يج | لا | فط | يط | يط | قط | كز | لج |
| ع | يج | مو | ص | يط | لط | قى | كح | د |
| عا | يد | ا | صا | ك | ة | قيا | كح | لو |
| عب | يد | يو | صب | ك | كا | قيب | كط | ح |
| عج | يد | لب | صج | ك | مب | قيج | كط | ما |
| عد | يد | مح | صد | كا | د | قيد | ل | يه |
| عه | يه | د | صه | كا | كو | قيه | ل | ن |
| عو | يه | كا | صو | كا | مط | قيو | لا | كز |
| عز | يه | لح | صز | كب | يب | قيز | لب | د |
| عح | يه | نه | صح | كب | لو | قيح | لب | مب |
| عط | يو | يب | صط | كج | ة | قيط | لج | كا |
| ف | يو | كط | ق | كج | كه | قك | لد | ب |

D لر ] لح 77 B حـ ] د 75 D ة ] ا 71 D مه ] مو 70 D *ل ] لا 69 D *نه ] يو 68
مد ] ما 84 D كب ] كج 83 D د ] ه 82 BD مو ] مز 81 D يا ] يب 79 D ند ] نه 78
D لح ] لط 90 D يج ] يط 89 D نح ] نط 88 T ر ] يط 86 D ر نح ] يح ة 85 B
كو ] كز 116 B حـ ] د 110 B م ] يب 97 C ا ... ص ] عدد in col. صا ... قف 91–180
C ر ] ب 120 T



| Table of the Semidiameters of the Courses Parallel to the Equator | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | semi-diameter | | no. | semi-diameter | | no. | semi-diameter | |
| 61 | 11 | 34 | 81 | 16 | 47 | 101 | 23 | 50 |
| 62 | 11 | 48 | 82 | 17 | 5 | 102 | 24 | 16 |
| 63 | 12 | 2 | 83 | 17 | 23 | 103 | 24 | 43 |
| 64 | 12 | 16 | 84 | 17 | 41 | 104 | 25 | 10 |
| 65 | 12 | 31 | 85 | 18 | 0 | 105 | 25 | 37 |
| 66 | 12 | 46 | 86 | 18 | 19 | 106 | 26 | 5 |
| 67 | 13 | 0 | 87 | 18 | 39 | 107 | 26 | 34 |
| 68 | 13 | 16 | 88 | 18 | 59 | 108 | 27 | 3 |
| 69 | 13 | 31 | 89 | 19 | 19 | 109 | 27 | 33 |
| 70 | 13 | 46 | 90 | 19 | 39 | 110 | 28 | 4 |
| 71 | 14 | 1 | 91 | 20 | 0 | 111 | 28 | 36 |
| 72 | 14 | 16 | 92 | 20 | 21 | 112 | 29 | 8 |
| 73 | 14 | 32 | 93 | 20 | 42 | 113 | 29 | 41 |
| 74 | 14 | 48 | 94 | 21 | 4 | 114 | 30 | 15 |
| 75 | 15 | 4 | 95 | 21 | 26 | 115 | 30 | 50 |
| 76 | 15 | 21 | 96 | 21 | 49 | 116 | 31 | 27 |
| 77 | 15 | 38 | 97 | 22 | 12 | 117 | 32 | 4 |
| 78 | 15 | 55 | 98 | 22 | 36 | 118 | 32 | 42 |
| 79 | 16 | 12 | 99 | 23 | 0 | 119 | 33 | 21 |
| 80 | 16 | 29 | 100 | 23 | 25 | 120 | 34 | 2 |

| جدول أنصاف أقطار المدارات الموازية لمعدل النهار | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| العدد | أنصاف الأقطار | | العدد | أنصاف الأقطار | | العدد | أنصاف الأقطار | |
| قكا | لد | مد | قما | نه | كح | قسا | قيز | كو |
| قكب | له | كو | قمب | نز | ب | قسب | قكد | د |
| قكج | لو | يا | قمج | نح | مب | قسج | قلا | كط |
| قكد | لو | نز | قمد | س | كح | قسد | قلط | ن |
| قكه | لز | مه | قمه | سب | يط | قسه | قمط | يه |
| قكو | لح | لد | قمو | سد | يز | قسو | قس | ب |
| قكز | لط | كه | قمز | سو | ك | قسز | قعب | كح |
| قكح | م | يز | قمح | سح | لب | قسح | قفو | نح |
| قكط | ما | يا | قمط | ع | نا | قسط | رد | ج |
| قل | مب | ح | قن | عج | ك | قع | ركد | م |
| قلا | مج | ز | قنا | عه | نط | قعا | رمط | مب |
| قلب | مد | ح | قنب | عح | مط | قعب | رفا | ا |
| قلج | مه | يب | قنج | فا | نا | قعج | شكا | كط |
| قلد | مو | يج | قند | فه | ز | قعد | شعه | ب |
| قله | مز | كو | قنه | فح | لح | قعه | تن | ب |
| قلو | مح | لج | قنو | صب | كز | قعو | ثسب | نب |
| قلز | مط | نج | قنز | صو | له | قعز | ذن | كط |
| قلح | نا | يا | قنح | قا | و | قعح | غقل | مب |
| قلط | نب | لج | قنط | قو | ا | قعط | ٢٢٤٤ | نب |
| قم | نج | نط | قس | قيا | كز | قف | ة | ة |

121 مد ] مو C 122 كو ] كز BTD 124 نز ] ر T 125 مه ] *in corr.* B 128 يز ] *in corr.* B 131 ز ] ب B 140 نط ] نط B 141 كح ] لح T 143 مب ] مد B 149 نا ] يا C 151 نط ] نط C 156 كز ] كو T 160 كز ] كو BT 164 ن ] ج T 165 قمط ] قمد C 166 قس ] ق D 168 نح ] مج C, 175 تن ] ب سن C 176 ثسب ] شسب C, سعد B, بغرمد T, تسب TD نب ] سب B 178 غقل ] ١١٥٠ D 179 ٢٢٤٤ ] D, عمر C, مد B, بغرمد T
نب ] سب CB



| Table of the Semidiameters of the Courses Parallel to the Equator | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | semi-diameter | | no. | semi-diameter | | no. | semi-diameter | |
| 121 | 34 | 44 | 141 | 55 | 28 | 161 | 117 | 26 |
| 122 | 35 | 26 | 142 | 57 | 2 | 162 | 124 | 4 |
| 123 | 36 | 11 | 143 | 58 | 42 | 163 | 131 | 29 |
| 124 | 36 | 57 | 144 | 60 | 28 | 164 | 139 | 50 |
| 125 | 37 | 45 | 145 | 62 | 19 | 165 | 149 | 15 |
| 126 | 38 | 34 | 146 | 64 | 17 | 166 | 160 | 2 |
| 127 | 39 | 25 | 147 | 66 | 20 | 167 | 172 | 28 |
| 128 | 40 | 17 | 148 | 68 | 32 | 168 | 186 | 58 |
| 129 | 41 | 11 | 149 | 70 | 51 | 169 | 204 | 3 |
| 130 | 42 | 8 | 150 | 73 | 20 | 170 | 224 | 40 |
| 131 | 43 | 7 | 151 | 75 | 59 | 171 | 249 | 42 |
| 132 | 44 | 8 | 152 | 78 | 49 | 172 | 281 | 1 |
| 133 | 45 | 12 | 153 | 81 | 51 | 173 | 321 | 29 |
| 134 | 46 | 18 | 154 | 85 | 7 | 174 | 375 | 2 |
| 135 | 47 | 26 | 155 | 88 | 38 | 175 | 450 | 2 |
| 136 | 48 | 38 | 156 | 92 | 27 | 176 | 562 | 52 |
| 137 | 49 | 53 | 157 | 96 | 35 | 177 | 750 | 29 |
| 138 | 51 | 11 | 158 | 101 | 6 | 178 | 1130 | 42 |
| 139 | 52 | 33 | 159 | 106 | 1 | 179 | 2244 | 52 |
| 140 | 53 | 59 | 160 | 111 | 27 | 180 | 0 | 0 |

جدول مطالع الفلك المستقيم

| العدد | المطالع | | العدد | المطالع | | العدد | المطالع | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ا | ة | نه | لا | كح | مز | سا | نح | مز |
| ب | ا | ن | لب | كط | مه | سب | نط | ن |
| ج | ب | مه | لج | ل | مج | سج | س | نج |
| د | ج | م | لد | لا | م | سد | سا | نو |
| ه | د | لد | له | لب | لح | سه | سب | نط |
| و | ه | كط | لو | لج | لو | سو | سد | ج |
| ز | و | كد | لز | لد | له | سز | سه | و |
| ح | ز | يط | لح | له | لج | سح | سو | ى |
| ط | ح | يه | لط | لو | لا | سط | سز | يد |
| ى | ط | ى | م | لز | ل | ع | سح | يح |
| يا | ى | ه | ما | لح | كط | عا | سط | كب |
| يب | يا | ة | مب | لط | كح | عب | ع | كز |
| يج | يا | نه | مج | م | كح | عج | عا | لا |
| يد | يب | نا | مد | ما | كز | عد | عب | لو |
| يه | يج | مو | مه | مب | كز | عه | عج | م |
| يو | يد | مب | مو | مج | كز | عو | عد | مه |
| يز | يه | لز | مز | مد | كز | عز | عه | ن |
| يح | يو | لج | مح | مه | كز | عح | عو | نه |
| يط | يز | كط | مط | مو | كز | عط | عح | ة |
| ك | يح | كه | ن | مز | كح | ف | عط | ه |
| كا | يط | كا | نا | مح | كط | فا | ف | يا |
| كب | ك | يز | نب | مط | ل | فب | فا | يو |
| كج | كا | يج | نج | ن | لا | فج | فب | كا |
| كد | كب | ط | ند | نا | لب | فد | فج | كز |
| كه | كج | و | نه | نب | لد | فه | فد | لب |
| كو | كد | ب | نو | نج | له | فو | فه | لح |
| نز | ند | لز | كز | كد | نط | فز | فو | مج |
| كح | كه | نو | نح | نه | م | فح | فز | مط |
| كط | كو | نج | نط | نو | مب | فط | فح | نه |
| ل | كز | ن | س | نز | مد | ص | ص | ة |



| Table of Ascensions at *sphaera recta* | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | ascen. | | no. | ascen. | | no. | ascen. | |
| 1 | 0 | 55 | 31 | 28 | 47 | 61 | 58 | 47 |
| 2 | 1 | 50 | 32 | 29 | 45 | 62 | 59 | 50 |
| 3 | 2 | 45 | 33 | 30 | 43 | 63 | 60 | 53 |
| 4 | 3 | 40 | 34 | 31 | 40 | 64 | 61 | 56 |
| 5 | 4 | 34 | 35 | 32 | 38 | 65 | 62 | 59 |
| 6 | 5 | 29 | 36 | 33 | 36 | 66 | 64 | 3 |
| 7 | 6 | 24 | 37 | 34 | 35 | 67 | 65 | 6 |
| 8 | 7 | 19 | 38 | 35 | 33 | 68 | 66 | 10 |
| 9 | 8 | 15 | 39 | 36 | 31 | 69 | 67 | 14 |
| 10 | 9 | 10 | 40 | 37 | 30 | 70 | 68 | 18 |
| 11 | 10 | 5 | 41 | 38 | 29 | 71 | 69 | 22 |
| 12 | 11 | 0 | 42 | 39 | 28 | 72 | 70 | 27 |
| 13 | 11 | 55 | 43 | 40 | 28 | 73 | 71 | 31 |
| 14 | 12 | 51 | 44 | 41 | 27 | 74 | 72 | 36 |
| 15 | 13 | 46 | 45 | 42 | 27 | 75 | 73 | 40 |
| 16 | 14 | 42 | 46 | 43 | 27 | 76 | 74 | 45 |
| 17 | 15 | 37 | 47 | 44 | 27 | 77 | 75 | 50 |
| 18 | 16 | 33 | 48 | 45 | 27 | 78 | 76 | 55 |
| 19 | 17 | 29 | 49 | 46 | 27 | 79 | 78 | 0 |
| 20 | 18 | 25 | 50 | 47 | 28 | 80 | 79 | 5 |
| 21 | 19 | 21 | 51 | 48 | 29 | 81 | 80 | 11 |
| 22 | 20 | 17 | 52 | 49 | 30 | 82 | 81 | 16 |
| 23 | 21 | 13 | 53 | 50 | 31 | 83 | 82 | 21 |
| 24 | 22 | 9 | 54 | 51 | 32 | 84 | 83 | 27 |
| 25 | 23 | 6 | 55 | 52 | 34 | 85 | 84 | 32 |
| 26 | 24 | 2 | 56 | 53 | 35 | 86 | 85 | 38 |
| 27 | 24 | 59 | 57 | 54 | 37 | 87 | 86 | 43 |
| 28 | 25 | 56 | 58 | 55 | 40 | 88 | 87 | 49 |
| 29 | 26 | 53 | 59 | 56 | 42 | 89 | 88 | 55 |
| 30 | 27 | 50 | 60 | 57 | 44 | 90 | 90 | 0 |

[*tit.*] جدول ] *om.* CD   المستقيم ] من اول الحمل *add.* C; منطقه البروج *supra* T
العدد ] اعداد T   المطالع ] أجزاء المطالع BT; حـ نق *add.* C, درج دقايق *add.* D   4 م ] لط T
5 لد ] ند D   14 نا ] يا CD   43 كح ] كز BD   48 مه ] مد C   61 نح ] نه B   76 مه ] مو T
84 فج ] فد B   كز ] كد B, كو T   85 فد ] فه B   89 نه ] ته C, عه B

| | جدول الكواكب الثابتة | | | | | العنكبوت الجنوبي | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | السابع | | | الثامن | | | |
| | أجزاء الممر | | | أنصاف الأقطار | | أنصاف الأقطار | |
| | بروج | درج | دقائق | درج | دقائق | درج | دقائق |
| 1 | يا | يو | يج | و | لد | نط | ة |
| 2 | ا | ة | لو | ى | ة | لح | م |
| 3 | ا | ج | كو | ح | ح | مز | كو |
| 4 | ا | كد | ل | يه | كح | كد | ة |
| 5 | ب | و | ة | كج | ل | يو | ل |
| 6 | ب | ى | ل | ك | لب | ك | ل |
| 7 | ب | يد | ة | يز | مز | كا | م |
| 8 | ب | ة | يب | ح | كد | مو | ة |
| 9 | ب | كح | لز | كو | ة | يد | ند |
| 10 | ج | ح | يج | يز | يج | كب | ك |
| 11 | د | يج | ك | يد | كط | كو | م |
| 12 | و | و | ك | كا | ك | يج | ه |
| 13 | و | كا | م | يب | كج | لا | ة |
| 14 | ز | يج | كج | يا | ز | لد | مه |
| 15 | ز | كب | يه | كط | لح | لج | ب |
| 16 | ح | يا | كو | يه | يط | كه | يه |
| 17 | ح | كط | له | ط | لب | م | ل |
| 18 | ط | يا | م | يز | لو | كب | ة |
| 19 | ط | كح | ب | ح | نو | مج | يج |
| 20 | ى | كط | كج | يج | يج | كط | ب |
| 21 | ى | كز | ة | لط | لا | ط | مه |
| 22 | ح | كح | له | مط | يط | ز | نب |
| 23 | ه | كز | يه | مز | ز | ح | يا |
| 24 | ب | كط | مج | نو | يا | و | نب |
| 25 | ا | ح | مح | مه | ند | ح | كد |



| | جدول الكواكب الثابتة | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | الأول | الثانى | | | الثالث | | الرابع | الخامس | | السادس |
| | أسماء الكواكب | الطول | | | العرض | | الجهة | البعد من الاستواء | | الجهة |
| | | بروج | درج | دقائق | درج | دقائق | | درج | دقائق | |
| 1 | الكف الخضيب | ة | يح | لط | نا | مه | شمال | مج | ب | شمال |
| 2 | رأس الغول | ا | ط | لا | كب | مه | شمال | لو | و | شمال |
| 3 | الكف الجذماء | ا | يه | ل | ل | ح | شمال | مد | نط | شمال |
| 4 | الدبران | ا | كج | ى | ه | يه | جنوب | يج | له | شمال |
| 5 | رجل الجوزاء | ا | كط | مه | لا | د | جنوب | ى | يج | جنوب |
| 6 | سرة الجوزاء | ب | و | لط | كد | كه | جنوب | ب | لد | جنوب |
| 7 | يد الجوزاء | ب | يا | نا | يو | مه | جنوب | ه | مب | شمال |
| 8 | العيوق | ب | ه | ك | كب | ن | شمال | مج | م | شمال |
| 9 | الشعرى اليمانية | ب | كح | ه | لط | ك | جنوب | يه | مح | جنوب |
| 10 | الشعرى الشآمية | ج | ط | يه | يو | ة | جنوب | ز | يو | شمال |
| 11 | قلب الأسد | د | يج | يه | ة | يه | شمال | يز | ى | شمال |
| 12 | السماك الأعزل | و | ز | ج | ب | و | جنوب | د | مد | جنوب |
| 13 | السماك الرامح | و | ز | كه | لا | يب | شمال | كه | لا | شمال |
| 14 | منير الفكة | و | كه | كا | مد | و | شمال | لا | ة | شمال |
| 15 | قلب العقرب | ز | كج | ى | د | كد | جنوب | كب | ند | جنوب |
| 16 | رأس الحواء | ح | ه | لج | لو | ة | شمال | يد | ح | شمال |
| 17 | النسر الواقع | ح | كط | يه | سا | مه | شمال | لح | يب | شمال |
| 18 | النسر الطائر | ط | يد | لج | كط | يب | شمال | و | يز | شمال |
| 19 | الردف | ى | يح | لط | نط | لو | شمال | ما | و | شمال |
| 20 | منكب الفرس | يا | يب | له | لا | ى | شمال | كا | نا | شمال |
| 21 | فم الحوت | ى | يح | يب | كج | ة | جنوب | لز | ز | جنوب |
| 22 | عرقوب الرامى | ح | كح | نب | كج | ة | جنوب | مو | لج | جنوب |
| 23 | رجل قنطورس | و | يط | لب | ما | ى | جنوب | مد | مج | جنوب |
| 24 | سهيل | ب | كط | نه | عه | ة | جنوب | نا | كز | جنوب |
| 25 | آخر النهر | ة | يا | كب | مج | ل | جنوب | مج | لح | جنوب |

| | Table of Fixed Stars | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | | | III | | IV | V | | VI |
| | names of the stars | longitude | | | latitude | | dir. | dist. from the eq^r | | dir. |
| | | signs | deg. | min. | deg. | min. | | deg. | min. | |
| 1 | *al-kaff al-khaḍīb* | 0 | 18 | 39 | 51 | 45 | N | 53 | 2 | N |
| 2 | *ra's al-ghūl* | 1 | 9 | 31 | 22 | 45 | N | 36 | 6 | N |
| 3 | *al-kaff al-jadhmā'* | 1 | 15 | 30 | 30 | 8 | N | 44 | 59 | N |
| 4 | *al-dabarān* | 1 | 23 | 10 | 5 | 15 | S | 13 | 35 | N |
| 5 | *rijl al-jawzā'* | 1 | 29 | 45 | 31 | 4 | S | 10 | 13 | S |
| 6 | *surrat al-jawzā'* | 2 | 6 | 39 | 24 | 25 | S | 2 | 34 | S |
| 7 | *yad al-jawzā'* | 2 | 11 | 51 | 16 | 45 | S | 5 | 42 | N |
| 8 | *'al-ayyūq* | 2 | 5 | 20 | 22 | 50 | N | 43 | 40 | N |
| 9 | *al-shi'rā al-yamāniya* | 2 | 28 | 5 | 39 | 20 | S | 15 | 48 | S |
| 10 | *al-shi'rā al-sha'āmiya* | 3 | 9 | 15 | 16 | 0 | S | 7 | 16 | N |
| 11 | *qalb al-asad* | 4 | 13 | 15 | 0 | 15 | N | 17 | 10 | N |
| 12 | *al-simāk al-a'zal* | 6 | 7 | 3 | 2 | 6 | S | 4 | 44 | S |
| 13 | *al-simāk al-rāmiḥ* | 6 | 7 | 25 | 31 | 12 | N | 25 | 31 | N |
| 14 | *munīr al-fakka* | 6 | 25 | 21 | 44 | 6 | N | 31 | 0 | N |
| 15 | *qalb al-'aqrab* | 7 | 23 | 10 | 4 | 24 | S | 22 | 54 | S |
| 16 | *ra's al-ḥawwā'* | 8 | 5 | 33 | 36 | 0 | N | 14 | 8 | N |
| 17 | *al-nasr al-wāqi'* | 8 | 29 | 15 | 61 | 45 | N | 38 | 12 | N |
| 18 | *al-nasr al-ṭā'ir* | 9 | 14 | 33 | 29 | 12 | N | 6 | 17 | N |
| 19 | *al-ridf* | 10 | 18 | 39 | 59 | 36 | N | 41 | 6 | N |
| 20 | *mankib al-faras* | 11 | 12 | 35 | 31 | 10 | N | 21 | 51 | N |
| 21 | *fam al-ḥūt* | 10 | 18 | 12 | 23 | 0 | S | 37 | 7 | S |
| 22 | *'urqūb al-rāmī* | 8 | 28 | 52 | 23 | 0 | S | 46 | 33 | S |
| 23 | *rijl qanṭūris* | 6 | 19 | 32 | 41 | 10 | S | 44 | 43 | S |
| 24 | *suhayl* | 2 | 29 | 55 | 75 | 0 | S | 51 | 27 | S |
| 25 | *ākhir al-nahr* | 0 | 11 | 22 | 53 | 30 | S | 43 | 38 | S |



| Table of Fixed Stars | | | | | Southern | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VII | | | VIII | | Rete | | no. | Modern Desig-nation |
| degrees of transit | | | semi-diameters | | semi-diameters | | | |
| signs | deg. | min. | deg. | min. | deg. | min. | | |
| 11 | 16 | 13 | 6 | 34 | 59 | 0 | 1 | β Cas |
| 1 | 0 | 36 | 10 | 0 | 38 | 40 | 2 | β Per |
| 1 | 3 | 26 | 8 | 8 | 47 | 26 | 3 | α Per |
| 1 | 24 | 30 | 15 | 28 | 24 | 0 | 4 | α Tau |
| 2 | 6 | 0 | 23 | 30 | 16 | 30 | 5 | β Ori |
| 2 | 10 | 30 | 20 | 32 | 20 | 30 | 6 | ε Ori |
| 2 | 14 | 0 | 17 | 47 | 21 | 40 | 7 | α Ori |
| 2 | 0 | 12 | 8 | 24 | 46 | 0 | 8 | α Aur |
| 2 | 28 | 37 | 26 | 0 | 14 | 54 | 9 | α CMa |
| 3 | 8 | 13 | 17 | 18 | 22 | 20 | 10 | α CMi |
| 4 | 13 | 20 | 14 | 29 | 26 | 40 | 11 | α Leo |
| 6 | 6 | 20 | 21 | 20 | 18 | 5 | 12 | α Vir |
| 6 | 21 | 40 | 12 | 23 | 31 | 0 | 13 | α Boo |
| 7 | 13 | 23 | 11 | 7 | 34 | 45 | 14 | α CrB |
| 7 | 22 | 15 | 29 | 38 | 33 | 2 | 15 | α Sco |
| 8 | 11 | 26 | 15 | 19 | 25 | 15 | 16 | α Oph |
| 8 | 29 | 35 | 9 | 32 | 40 | 30 | 17 | α Lyr |
| 9 | 11 | 40 | 17 | 36 | 22 | 0 | 18 | α Aql |
| 9 | 28 | 2 | 8 | 56 | 43 | 13 | 19 | α Cyg |
| 10 | 29 | 23 | 13 | 18 | 29 | 2 | 20 | β Peg |
| 10 | 27 | 0 | 39 | 31 | 9 | 45 | 21 | α PsA |
| 8 | 28 | 35 | 49 | 19 | 7 | 52 | 22 | β Sgr |
| 5 | 27 | 15 | 47 | 7 | 8 | 11 | 23 | α Cen |
| 2 | 29 | 43 | 56 | 11 | 6 | 52 | 24 | α Car |
| 1 | 8 | 48 | 45 | 54 | 8 | 24 | 25 | θ Eri |

*Note on the edition of the star table*

In the manuscripts this table comes in several forms and with some variation of content. MSS **TKL** present it on a single page, but, for typographical convenience, we follow **CBDS** and present it in two parts. According to the introductory part of Chapter 4 there are eight columns. To these we have added running-numbers (as do some manuscripts), a column for the degrees and minutes of the semidiameters of the stars' courses in the rete of the southern astrolabe, referred to as *southern* in the apparatus – this column exists uniquely in **B** – and, in the English translation, a column for the modern designations of the stars.

*Apparatus*

والذى يحتاج إليه فى عمل الأسطرلاب هذان الجدولان فقط أجزاء الممر ] الثابتة [*tit.*]
هذين ] هذان الجدولان CD; إليها ] إليه B; الذى ] والذى) CBD *add.* وأنصاف الأقطار
MSS كف ] الكف I 1 B العقد ] البعد V T *add.* در سنه ٢٢٤ يزدجرد B); الجدولين
لو ] كو VII CTD يط ] نط V T كف ] الكف I 3 C مد ] مه CBD; كد ] كب III 2
BTD با ] نا II 7 B الشمال ] جنوب VI 6 T مه B, ند ] يه III 4 T يح ] ح VIII T
TD كز ] كو VIII B كح ] لح VII B *om.* ] الشعرى I 9 D ر ] ن III 8 B مو ] مز VIII
II T سماك ] السماك I 12 T لط ] كط VIII 11 D يد ] يه II 10 B ند ] ند *southern*
] السماك I 13 T ل ] ك VIII T مه ] مد CD; ه ] د V B حب ] ب و III CD د ] ح
V C كه ] كد III 15 BT *om.* منير I 14 B كد ] كه D كا ] ز II T سماك, CBD *om.*
] يه II BT نسر ] النسر I 17 B الجوزاء ] الحواء I 16 T مه ] يه VII CD كحـ يد ] كب ند
V 20 B مط ] نط III 19 C نز ] يز V BT نسر ] النسر I 18 B له ] لب VIII CD ند
] نب *southern* 22 B يحـ, CD لح ] لحـ V CBD ز ] ح II 22 B ن ] ز V 21 CB يا ] نا
] نب *southern* T ما ] يا *B*; بو ] نو VIII BT به ] نه II 24 T مه ] يه VII 23 B س
C نه ] ند VIII D يحـ ] لح VII B لا ] لح V CD يحـ ] يحـ III 25 B س

*Dating of the star table*

The date of the star table is given in two places of the text: Chapter 3, lines 106–107, and Chapter 4, lines 11–12; it is also given in two manuscripts in the headings of the star table itself. Apart from **D**, in which the relevant passages are both missing, all the manuscripts have the date 225 Yazdijird: **CMK** in words, **BS** in Hindu-Arabic numerals, **L** once in words and once in Hindu-Arabic numerals, and **P** once in Hindu-Arabic numerals and once in *abjad*. **T** has 224 in words twice (but in Chapter 4 with a correction *supra* to 225) and once on the table itself in Hindu-Arabic numerals. In the edition the majority reading of 225 is taken.



*Notes on the star table*
(The numbers refer to the running numbers of the stars)

1-20. The first twenty stars are taken from the table of 24 stars in the *Mumtaḥan zīj*, which is dated to 214 AH [= 829-30 AD] (*Mumtaḥan* [1986], p. 188). Al-Farghānī has added 15 minutes to the *Mumtaḥan* longitudes for his epoch, 225 Yazdijird = 856-57 AD. Since the time difference between the two star tables is about 25 years, it is obvious that al-Farghānī has applied the Ptolemaic value of precession, i.e. 1° in 100 years. Manuscript readings have sometimes been chosen for their agreement with the *Mumtaḥan* values.
3. See Kunitzsch [1970], pp. 286–287, note c.
6. See Kunitzsch [1970], p. 287, note i.
16. See Kunitzsch [1970], p. 287, note m.
21–25. The coordinates of these southern stars are taken not from the *Mumtaḥan* tables, but from the *Almagest* (star table dated 137 AD). In each case except no. 24 the given longitude is the *Almagest* longitude + 11;12°; the latitude is taken over without change. See Kunitzsch [1970], p. 287, note n.
23. The number of signs for this star is too small by 1, a mistake common in the *Almagest* tradition. See Kunitzsch [1986–1991], III, p. 175, under Baily number 969. As for the value 44;43 for the declination, it should be noted that the similar value 44;10 appears for the latitude in three Greek manuscripts and in the direct, "Sicilian", Latin translation of the *Almagest*. The entry in the *Mumtaḥan* tables for declination, 41;10, repeats the Ptolemaic values for latitude. Even more remarkable is the *Mumtaḥan* value for the degree of transit, 6s 19;32, which is the longitude derived from Ptolemy's value as given here by al-Farghānī.
24. Here the longitude = the longitude in the *Almagest* + 12:45°. See Kunitzsch [1970], p. 287, note p.

*Additional stars in B*

30v, below the table

*ʿunuq al-ḥayya wa-huwa muqaddam al-dhirāʿayn*, "the neck of the snake [= Hydra]; it is the preceding one of the two cubits" [A phantom star. See Kunitzsch [1999–2000], pp. 63–66.], [$\lambda$] ل[يحـ?]حـ د, [$\beta$] 16 north, [$\delta$] حب north [Two of these values are not translated, but are copied as closely as possible from the manuscript, since it is not clear what they mean.]

30v, left margin

*dhanab al-jady*, "the tail of the goat" [$\delta$ Cap], altitude [*irtifāʿ*] 30
*dhanab qayṭus*, "the tail of Cetus" [$\iota$ Cet], [$\lambda$] Psc 19, altitude 43
*baṭn qayṭus*, "the belly of Cetus" [$\zeta$ Cet], [$\lambda$] Ari 14, altitude 42

31r, right margin

*ʿunuq al-ḥayya*, "the neck of the snake" [$\alpha$ or $\beta$ Ser], [$\lambda$] Sco 13, altitude 76. [Cf. al-Battānī's list of principal stars (Battānī [1899–1907] II, p. 181, no. 37), where the altitude of $\beta$ Ser is given as 74°5′, and his greater list (Battānī II, p. 152, no. 3), where the longitude is given as Sco 3°10′]
*dhanab al-dulfīn*, "the tail of the dolphin" [$\epsilon$ Del], [$\lambda$] Cap 25, altitude 65.

## جدول مقنطرات من خط الاستواء وعرض خمسة عشر إلى خمسين

| مقنطرات خط الاستواء ساعاته يب ة | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | خط مستقيم | | | | | | | | |
| ا | غقكب | لا | غقكب | كا | كو | مد | مط | م | يز |
| ب | ثسه | لا | ثسه | يا | كز | مج | يز | لح | لد |
| ج | شعه | لا | شعه | ة | كح | ما | نا | لو | نز |
| د | رفا | مو | رفا | ه | كط | م | لب | له | كز |
| ه | ركه | كو | ركد | له | ل | لط | يح | لد | ب |
| و | قفح | ب | قفز | ة | لا | لح | ط | لب | مب |
| ز | قسا | ك | قس | ح | لب | لز | ه | لا | كز |
| ح | قما | يب | قلط | ن | لج | لو | ه | ل | يه |
| ط | قكه | لح | قكد | ه | لد | له | ح | كط | ح |
| ى | قيج | يا | قيا | كح | له | لد | يو | كح | د |
| يا | قج | ة | قا | ه | لو | لج | كو | كز | ج |
| يب | صد | لا | صب | كز | لز | لب | لح | كو | د |
| يج | فز | كا | فه | ز | لح | لا | ند | كه | ح |
| يد | فا | يج | عح | مح | لط | لا | يب | كد | يه |
| يه | عه | نه | عج | ك | م | ل | لد | كج | كه |
| يو | عا | يح | سح | لب | ما | كط | نز | كب | لو |
| يز | سز | يب | سد | يو | مب | كط | كب | كا | مط |
| يح | سج | له | س | كح | مج | كح | مح | كا | د |
| يط | س | كا | نز | د | مد | كح | يز | ك | كا |
| ك | نز | كح | ند | ة | مه | كز | مز | يط | لط |
| كا | ند | ن | نا | يب | مو | كز | يط | يح | نط |
| كب | نب | كز | مح | لح | مز | كو | نب | يح | ك |
| كج | ن | يز | مو | يز | مح | كو | كو | يز | مب |
| كد | مح | يح | مد | ح | مط | كو | ب | يز | ه |
| كه | مو | كط | مب | ح | ن | كه | لح | يو | كط |



Table of Almucantars for the Equator and Latitude[s] 15 to 50

| Almucantars of [Lat. of] the Equator: hours 12;0 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | straight line | | | | | | | | |
| 1 | 1122 | 31 | 1122 | 21 | 26 | 44 | 49 | 40 | 17 |
| 2 | 565 | 31 | 565 | 11 | 27 | 43 | 17 | 38 | 34 |
| 3 | 375 | 31 | 375 | 0 | 28 | 41 | 51 | 36 | 57 |
| 4 | 281 | 46 | 281 | 5 | 29 | 40 | 32 | 35 | 27 |
| 5 | 225 | 26 | 224 | 35 | 30 | 39 | 18 | 34 | 2 |
| 6 | 188 | 2 | 187 | 0 | 31 | 38 | 9 | 32 | 42 |
| 7 | 161 | 20 | 160 | 8 | 32 | 37 | 5 | 31 | 27 |
| 8 | 141 | 12 | 139 | 50 | 33 | 36 | 5 | 30 | 15 |
| 9 | 125 | 38 | 124 | 5 | 34 | 35 | 8 | 29 | 8 |
| 10 | 113 | 11 | 111 | 28 | 35 | 34 | 16 | 28 | 4 |
| 11 | 103 | 0 | 101 | 5 | 36 | 33 | 26 | 27 | 3 |
| 12 | 94 | 31 | 92 | 27 | 37 | 32 | 38 | 26 | 4 |
| 13 | 87 | 21 | 85 | 7 | 38 | 31 | 54 | 25 | 8 |
| 14 | 81 | 13 | 78 | 48 | 39 | 31 | 12 | 24 | 15 |
| 15 | 75 | 55 | 73 | 20 | 40 | 30 | 34 | 23 | 25 |
| 16 | 71 | 18 | 68 | 32 | 41 | 29 | 57 | 22 | 36 |
| 17 | 67 | 12 | 64 | 16 | 42 | 29 | 22 | 21 | 49 |
| 18 | 63 | 35 | 60 | 28 | 43 | 28 | 48 | 21 | 4 |
| 19 | 60 | 21 | 57 | 4 | 44 | 28 | 17 | 20 | 21 |
| 20 | 57 | 28 | 54 | 0 | 45 | 27 | 47 | 19 | 39 |
| 21 | 54 | 50 | 51 | 12 | 46 | 27 | 19 | 18 | 59 |
| 22 | 52 | 27 | 48 | 38 | 47 | 26 | 52 | 18 | 20 |
| 23 | 50 | 17 | 46 | 17 | 48 | 26 | 26 | 17 | 42 |
| 24 | 48 | 18 | 44 | 8 | 49 | 26 | 2 | 17 | 5 |
| 25 | 46 | 29 | 42 | 8 | 50 | 25 | 38 | 16 | 29 |

| مقنطرات خط الاستواء ساعاته يب ō | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | كه | يو | يه | ند | عا | ك | مز | و | مو |
| نب | كد | نو | يه | كا | عب | ك | لط | و | كج |
| نج | كد | لو | يد | مح | عج | ك | لب | و | ō |
| ند | كد | يز | يد | يو | عد | ك | كو | ه | لح |
| نه | كج | نط | يج | مه | عه | ك | ك | ه | يو |
| نو | كج | مب | يج | يو | عو | ك | يه | د | ند |
| نز | كج | كه | يب | مه | عز | ك | ى | د | لب |
| نح | كج | ط | يب | يو | عح | ك | ه | د | ى |
| نط | كب | نه | يا | مح | عط | ك | ō | ج | مح |
| س | كب | ما | يا | كا | ف | يط | نو | ج | كز |
| سا | كب | كح | ى | ند | فا | يط | نج | ج | و |
| سب | كب | يه | ى | كز | فب | يط | ن | ب | مه |
| سج | كب | ج | ى | ا | فج | يط | مز | ب | كد |
| سد | كا | نا | ط | له | فد | يط | مه | ب | د |
| سه | كا | ما | ط | ى | فه | يط | مج | ا | مج |
| سو | كا | لا | ح | مه | فو | يط | مب | ا | كج |
| سز | كا | كا | ح | كا | فز | يط | ما | ا | ب |
| سح | كا | يب | ز | نو | فح | يط | م | ō | ما |
| سط | كا | ج | ز | لب | فط | يط | م | ō | كا |
| ع | ك | نه | ز | ط | ص | يط | لط | ō | ō |

[tit.] جدول ... عشر ] جدول المقنطرات وعرض الاستواء وبه B جدول ... خمسين ] *om.*
T وعرض ] ومن عرض D ō̄ ] ابدا *add.* T *sub* أبعاد المراكز et أنصاف الأقطار ] درج
دقائق *add.* CD, *hic et in omnibus tabulis almucantarat* 0 [٠] ] افق T; الأفق *marg.*
CD, *hic et in omnibus tabulis almucantarat* 2 ثسه¹ ] سنه C, نسه B, تسه D ثسه² ]
سند C, نسه B, تسه D 3 شعه¹ ] تتعه C شعه² ] ثعه T 4 رفا² ] رفط CD 5 ركد ]
رفد CD, دكد B 6 قفح ] مقح D 8 قما ] قصا C, قم D قلط ] قكط MSS ن ] ر
B 11 لحـ ] ـه CB ه ] ō MSS 13 فه ] مد B 14 عج ] كح BT 15 نه ] به TD 16 يج ] عج B



| Almucantars of [Lat. of] the Eq$^r$: hours 12;0 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 25 | 16 | 15 | 54 | 71 | 20 | 47 | 6 | 46 |
| 52 | 24 | 56 | 15 | 21 | 72 | 20 | 39 | 6 | 23 |
| 53 | 24 | 36 | 14 | 48 | 73 | 20 | 32 | 6 | 0 |
| 54 | 24 | 17 | 14 | 16 | 74 | 20 | 26 | 5 | 38 |
| 55 | 23 | 59 | 13 | 45 | 75 | 20 | 20 | 5 | 16 |
| 56 | 23 | 42 | 13 | 16 | 76 | 20 | 15 | 4 | 54 |
| 57 | 23 | 25 | 12 | 45 | 77 | 20 | 10 | 4 | 32 |
| 58 | 23 | 9 | 12 | 16 | 78 | 20 | 5 | 4 | 10 |
| 59 | 22 | 55 | 11 | 48 | 79 | 20 | 0 | 3 | 48 |
| 60 | 22 | 41 | 11 | 21 | 80 | 19 | 56 | 3 | 27 |
| 61 | 22 | 28 | 10 | 54 | 81 | 19 | 53 | 3 | 6 |
| 62 | 22 | 15 | 10 | 27 | 82 | 19 | 50 | 2 | 45 |
| 63 | 22 | 3 | 10 | 1 | 83 | 19 | 47 | 2 | 24 |
| 64 | 21 | 51 | 9 | 35 | 84 | 19 | 45 | 2 | 4 |
| 65 | 21 | 41 | 9 | 10 | 85 | 19 | 43 | 1 | 43 |
| 66 | 21 | 31 | 8 | 45 | 86 | 19 | 42 | 1 | 23 |
| 67 | 21 | 21 | 8 | 21 | 87 | 19 | 41 | 1 | 2 |
| 68 | 21 | 12 | 7 | 56 | 88 | 19 | 40 | 0 | 41 |
| 69 | 21 | 3 | 7 | 32 | 89 | 19 | 40 | 0 | 21 |
| 70 | 20 | 55 | 7 | 9 | 90 | 19 | 39 | 0 | 0 |

19 س ] سر B 25 كط ] كه B 27 يز ] نز B 28 نا ] ما BTD نز ] ر CBTD 33 ه ] د
BT 35 لد ] لحـ CD 36 لحـ ] لب CD كز ] كد B 37 لب ] لا CD 38 ند ] نه B 39
لا ] ل CD يب ] مج B 40 ل ] كط CD 42 كط ] كح CD 44 كح ] كر CD 45 لط ] كط
T 46 كز ] كو CD 47 نب ] سب B 52 كد ] كه B كا ] ك C 53 كد ] كه B 54 يو ]
مو C 55 نط ] نط BT 56 يو ] يه* BT 57 كه ] كد B 58 يو ] نو B 59 مح ] مج B
61 ند ] بد CB, يد TD 67 كا³ ] ك BT 68 نو ] بو B 76 ند ] بد B

| مقنطرات عرض يه ساعاته يب ند | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | عج | ك | عه | نه | | | | | |
| ا | سح | مب | عا | ز | كو | كز | يج | كه | يط |
| ب | سد | لز | سو | نا | كز | كو | لز | كد | لج |
| ج | سا | ة | سج | د | كح | كو | ج | كج | مط |
| د | نز | مو | نط | م | كط | كه | لا | كج | و |
| ه | ند | نب | نو | له | ل | كه | ا | كب | كه |
| و | نب | يد | نج | مز | لا | كد | لب | كا | مو |
| ز | مط | نب | نا | يد | لب | كد | د | كا | ح |
| ح | مز | ما | مح | نج | لج | كج | لح | ك | لا |
| ط | مه | مب | مو | مد | لد | كج | يب | يط | نه |
| ي | مج | نج | مد | مد | له | كب | مح | يط | ك |
| يا | مب | يج | مب | ند | لو | كب | كد | يح | مو |
| يب | م | م | ما | يا | لز | كب | ج | يح | يد |
| يج | لط | يد | لط | له | لح | كا | مب | يز | مب |
| يد | لز | ند | لح | د | لط | كا | كج | يز | يب |
| يه | لو | م | لو | م | م | كا | ج | يو | مب |
| يو | له | ل | له | كا | ما | ك | مد | يو | يب |
| يز | لد | كو | لد | و | مب | ك | كز | يه | مد |
| يح | لج | كه | لب | نه | مج | ك | ي | يه | يو |
| يط | لب | كط | لا | مح | مد | يط | ند | يد | مط |
| ك | لا | له | ل | مه | مه | يط | لط | يد | كج |
| كا | ل | مه | كط | مج | مو | يط | كد | يج | نز |
| كب | كط | نز | كح | مه | مز | يط | ي | يج | لب |
| كج | كط | يب | كز | ن | مح | يح | نو | يج | ز |
| كد | كح | لا | كو | نح | مط | يح | مج | يب | مج |
| كه | كز | نا | كو | ح | ن | يح | لا | يب | يط |



| Almucantars of Latitude 15: hours 12;54 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 73 | 20 | 75 | 55 | | | | | |
| 1 | 68 | 42 | 71 | 7 | 26 | 27 | 13 | 25 | 19 |
| 2 | 64 | 37 | 66 | 51 | 27 | 26 | 37 | 24 | 33 |
| 3 | 61 | 0 | 63 | 4 | 28 | 26 | 3 | 23 | 49 |
| 4 | 57 | 46 | 59 | 40 | 29 | 25 | 31 | 23 | 6 |
| 5 | 54 | 52 | 56 | 35 | 30 | 25 | 1 | 22 | 25 |
| 6 | 52 | 14 | 53 | 47 | 31 | 24 | 32 | 21 | 46 |
| 7 | 49 | 52 | 51 | 14 | 32 | 24 | 4 | 21 | 8 |
| 8 | 47 | 41 | 48 | 53 | 33 | 23 | 38 | 20 | 31 |
| 9 | 45 | 42 | 46 | 44 | 34 | 23 | 12 | 19 | 55 |
| 10 | 43 | 53 | 44 | 44 | 35 | 22 | 48 | 19 | 20 |
| 11 | 42 | 13 | 42 | 54 | 36 | 22 | 24 | 18 | 46 |
| 12 | 40 | 40 | 41 | 11 | 37 | 22 | 3 | 18 | 14 |
| 13 | 39 | 14 | 39 | 35 | 38 | 21 | 42 | 17 | 42 |
| 14 | 37 | 54 | 38 | 4 | 39 | 21 | 23 | 17 | 12 |
| 15 | 36 | 40 | 36 | 40 | 40 | 21 | 3 | 16 | 42 |
| 16 | 35 | 30 | 35 | 21 | 41 | 20 | 44 | 16 | 12 |
| 17 | 34 | 26 | 34 | 6 | 42 | 20 | 27 | 15 | 44 |
| 18 | 33 | 26 | 32 | 55 | 43 | 20 | 10 | 15 | 16 |
| 19 | 32 | 29 | 31 | 48 | 44 | 19 | 54 | 14 | 49 |
| 20 | 31 | 35 | 30 | 44 | 45 | 19 | 39 | 14 | 23 |
| 21 | 30 | 45 | 29 | 43 | 46 | 19 | 24 | 13 | 57 |
| 22 | 29 | 57 | 28 | 45 | 47 | 19 | 10 | 13 | 32 |
| 23 | 29 | 12 | 27 | 50 | 48 | 18 | 56 | 13 | 7 |
| 24 | 28 | 31 | 26 | 58 | 49 | 18 | 43 | 12 | 43 |
| 25 | 27 | 51 | 26 | 8 | 50 | 18 | 31 | 12 | 19 |

| مقنطرات عرض يه ساعاته يب ند | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | يح | يط | يا | نو | عا | يه | مه | ه | يح |
| نب | يح | ح | يا | لج | عب | يه | ما | ه | ا |
| نج | يز | نز | يا | يا | عج | يه | لز | د | مد |
| ند | يز | مو | ى | مط | عد | يه | لج | د | كو |
| نه | يز | لو | ى | كز | عه | يه | كط | د | ط |
| نو | يز | كز | ى | و | عو | يه | كو | ج | نب |
| نز | يز | يج | ط | مه | عز | يه | كج | ج | له |
| نح | يز | ط | ط | كه | عح | يه | ك | ج | يج |
| نط | يز | ة | ط | د | عط | يه | يج | ج | ا |
| س | يو | نب | ح | مد | ف | يه | يه | ب | مد |
| سا | يو | مه | ح | كه | فا | يه | يد | ب | كح |
| سب | يو | لز | ح | ه | فب | يه | يب | ب | يب |
| سج | يو | ل | ز | مو | فج | يه | يا | ا | نه |
| سد | يو | كج | ز | كز | فد | يه | ط | ا | لح |
| سه | يو | يز | ز | ح | فه | يه | ز | ا | كا |
| سو | يو | يا | و | مط | فو | يه | و | ا | ه |
| سز | يو | ه | و | ل | فز | يه | ه | ة | مط |
| سح | يو | ة | و | يب | فح | يه | د | ة | لب |
| سط | يه | نو | ه | ند | فط | يه | د | ة | يو |
| ع | يه | ن | ه | لو | ص | يه | د | ة | ة |

[tit.] يه ] ة add. BT *hic et in omnibus tabulis almucantarat* ند ] ند C; دقيقة add. CD 0 ] الافق B *hic et similiter in tabulis usque ad altitudinem 20* نه ] يه CB, T ند ] يد 6 B بو ] نو 5 T ا, CD ط ] د 3 CD سب ] سد 2 D سح ] سج 1 T مه 15 BT يه ] يد 13 T ما ] يا 12 C مه ] مد 9 T ند ] يد C سب ] نب 7 C نحـ ] نحـ 39 D نج ] ن 23 BT مد ] مه 20 BT كو ] كه 18 D لب, BT لا ] ل 16 D مس ] م[1] 57 D مه ] كو ] كز 55 B ند ] يب 50 C مه ] ى 43 BT مه ] مد 41 BT *كب ] كج 73 B ة ] ا 72 BT *نه ] نو 69 BT كو ] كز 64 T ر ] ح 62 C سب ] نب 60 B مط D و ] ه 86 B به ] نه 83 BT نحـ ] يب[1] 82 BT به ] يه[2] 80 B لو ] له 77 T لو ] لز T حـ ] د 90 T له ] لب 88



| Almucantars of Latitude 15: hours 12;54 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 18 | 19 | 11 | 56 | 71 | 15 | 45 | 5 | 18 |
| 52 | 18 | 8 | 11 | 33 | 72 | 15 | 41 | 5 | 1 |
| 53 | 17 | 57 | 11 | 11 | 73 | 15 | 37 | 4 | 44 |
| 54 | 17 | 46 | 10 | 49 | 74 | 15 | 33 | 4 | 26 |
| 55 | 17 | 36 | 10 | 27 | 75 | 15 | 29 | 4 | 9 |
| 56 | 17 | 27 | 10 | 6 | 76 | 15 | 26 | 3 | 52 |
| 57 | 17 | 18 | 9 | 45 | 77 | 15 | 23 | 3 | 35 |
| 58 | 17 | 9 | 9 | 25 | 78 | 15 | 20 | 3 | 18 |
| 59 | 17 | 0 | 9 | 4 | 79 | 15 | 18 | 3 | 1 |
| 60 | 16 | 52 | 8 | 44 | 80 | 15 | 15 | 2 | 44 |
| 61 | 16 | 45 | 8 | 25 | 81 | 15 | 14 | 2 | 28 |
| 62 | 16 | 37 | 8 | 5 | 82 | 15 | 12 | 2 | 12 |
| 63 | 16 | 30 | 7 | 46 | 83 | 15 | 11 | 1 | 55 |
| 64 | 16 | 23 | 7 | 26 | 84 | 15 | 9 | 1 | 38 |
| 65 | 16 | 17 | 7 | 8 | 85 | 15 | 7 | 1 | 21 |
| 66 | 16 | 11 | 6 | 49 | 86 | 15 | 6 | 1 | 5 |
| 67 | 16 | 5 | 6 | 30 | 87 | 15 | 5 | 0 | 49 |
| 68 | 16 | 0 | 6 | 12 | 88 | 15 | 4 | 0 | 32 |
| 69 | 15 | 55 | 5 | 54 | 89 | 15 | 4 | 0 | 16 |
| 70 | 15 | 50 | 5 | 36 | 90 | 15 | 4 | 0 | 0 |

مقنطرات عرض يو ساعاته يب نح

| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [٠] | سح | لب | عا | يح | | | | | |
| ا | سد | كز | سز | ب | كو | كو | كز | كد | مد |
| ب | س | مط | سج | يد | كز | كه | نج | كج | نط |
| ج | نز | لو | نط | ن | كح | كه | كا | كج | يز |
| د | ند | ما | نو | مه | كط | كد | ن | كب | لو |
| ه | نب | ج | نج | نز | ل | كد | كا | كا | نو |
| و | مط | ما | نا | كد | لا | كج | نج | كا | يح |
| ز | مز | لا | مط | د | لب | كج | كز | ك | ما |
| ح | مه | لج | مو | نه | لج | كج | ا | ك | ه |
| ط | مج | مج | مد | نه | لد | كب | لز | يط | ل |
| ى | مب | ب | مج | د | له | كب | يد | يح | نز |
| يا | م | ل | ما | كا | لو | كا | نب | يح | كد |
| يب | لط | د | لط | مه | لز | كا | لا | يز | نج |
| يج | لز | مد | لح | يه | لح | كا | يب | يز | كج |
| يد | لو | ل | لو | ن | لط | ك | نج | يو | نج |
| يه | له | كا | له | لا | م | ك | لج | يو | كج |
| يو | لد | يو | لد | يو | ما | ك | يو | يه | نه |
| يز | لج | يه | لج | ه | مب | ك | ة | يه | كح |
| يح | لب | يح | لا | نح | مج | يط | مد | يه | ا |
| يط | لا | كه | ل | ند | مد | يط | كح | يد | لد |
| ك | ل | لد | كط | نج | مه | يط | يج | يد | ح |
| كا | كط | مو | كح | نه | مو | يح | نط | يج | مج |
| كب | كط | ب | كح | ة | مز | يح | مو | يج | يط |
| كج | كح | ك | كز | ح | مح | يح | لج | يب | نه |
| كد | كز | م | كو | يح | مط | يح | ك | يب | لا |
| كه | كز | ج | كه | ل | ن | يح | ح | يب | ح |



| Almucantars of Latitude 16: hours 12;58 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 68 | 32 | 71 | 18 | | | | | |
| 1 | 64 | 27 | 67 | 2 | 26 | 26 | 27 | 24 | 44 |
| 2 | 60 | 49 | 63 | 14 | 27 | 25 | 53 | 23 | 59 |
| 3 | 57 | 36 | 59 | 50 | 28 | 25 | 21 | 23 | 17 |
| 4 | 54 | 41 | 56 | 45 | 29 | 24 | 50 | 22 | 36 |
| 5 | 52 | 3 | 53 | 57 | 30 | 24 | 21 | 21 | 56 |
| 6 | 49 | 41 | 51 | 24 | 31 | 23 | 53 | 21 | 18 |
| 7 | 47 | 31 | 49 | 4 | 32 | 23 | 27 | 20 | 41 |
| 8 | 45 | 33 | 46 | 55 | 33 | 23 | 1 | 20 | 5 |
| 9 | 43 | 43 | 44 | 55 | 34 | 22 | 37 | 19 | 30 |
| 10 | 42 | 2 | 43 | 4 | 35 | 22 | 14 | 18 | 57 |
| 11 | 40 | 30 | 41 | 21 | 36 | 21 | 52 | 18 | 24 |
| 12 | 39 | 4 | 39 | 45 | 37 | 21 | 31 | 17 | 53 |
| 13 | 37 | 44 | 38 | 15 | 38 | 21 | 12 | 17 | 23 |
| 14 | 36 | 30 | 36 | 50 | 39 | 20 | 53 | 16 | 53 |
| 15 | 35 | 21 | 35 | 31 | 40 | 20 | 33 | 16 | 23 |
| 16 | 34 | 16 | 34 | 16 | 41 | 20 | 16 | 15 | 55 |
| 17 | 33 | 15 | 33 | 5 | 42 | 20 | 0 | 15 | 28 |
| 18 | 32 | 18 | 31 | 58 | 43 | 19 | 44 | 15 | 1 |
| 19 | 31 | 25 | 30 | 54 | 44 | 19 | 28 | 14 | 34 |
| 20 | 30 | 34 | 29 | 53 | 45 | 19 | 13 | 14 | 8 |
| 21 | 29 | 46 | 28 | 55 | 46 | 18 | 59 | 13 | 43 |
| 22 | 29 | 2 | 28 | 0 | 47 | 18 | 46 | 13 | 19 |
| 23 | 28 | 20 | 27 | 8 | 48 | 18 | 33 | 12 | 55 |
| 24 | 27 | 40 | 26 | 18 | 49 | 18 | 20 | 12 | 31 |
| 25 | 27 | 3 | 25 | 30 | 50 | 18 | 8 | 12 | 8 |

| مقنطرات عرض يو ساعاته يب نح | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | يز | نز | يا | مه | عا | يه | كح | ه | يد |
| نب | يز | مو | يا | كج | عب | يه | كد | د | نز |
| نج | يز | له | يا | ا | عج | يه | ك | د | م |
| ند | يز | كه | ى | لط | عد | يه | يو | د | كج |
| نه | يز | يد | ى | يج | عه | يه | يج | د | و |
| نو | يز | و | ط | نز | عو | يه | ط | ج | مط |
| نز | يو | نز | ط | لو | عز | يه | و | ج | لب |
| نح | يو | مط | ط | يو | عح | يه | ج | ج | يه |
| نط | يو | م | ح | نو | عط | يه | ا | ب | نط |
| س | يو | لج | ح | لز | ف | يد | نح | ب | مب |
| سا | يو | كه | ح | يز | فا | يد | نز | ب | كو |
| سب | يو | يح | ز | نح | فب | يد | نه | ب | ط |
| سج | يو | يا | ز | لط | فج | يد | نج | ا | نج |
| سد | يو | د | ز | ك | فد | يد | نب | ا | لو |
| سه | يه | نح | ز | ا | فه | يد | نا | ا | ك |
| سو | يه | نب | و | مج | فو | يد | ن | ا | د |
| سز | يه | مز | و | كه | فز | يد | مط | ō | مح |
| سح | يه | مب | و | ز | فح | يد | مح | ō | لب |
| سط | يه | لز | ه | مط | فط | يد | مح | ō | يو |
| ع | يه | لب | ه | لا | ص | يد | مح | ō | ō |

1 كز ] كد T سز ] سو CD, سح B 2 يد ] ند B 3 نز ] نو T لو ] لز T 4 ما ] مب BT مه ] مو BT 5 نج ] نج C نز ] نو B 7 مز ] مو B 9 نه ] يه CD 10 ب ] ر B 13 يه ] نه C 14 ل ] له D لو² ] نو T 18 نح ] نج B 20 نج ] نج CD, نز B, ند T 26 مد ] مه B 27 نج ] كج C, نج B كج ] كد B 28 كا ] ك BT يز ] يو BT 29 لو ] له BT 30 نو ] نو B 31 نج ] س B, نب T نح ] ر BT 32 كز ] كو BT ما ] م BT 35 يد ] لد B نز ] يو B, نو T 36 كد ] لد T 37 لا ] لب BT 39 نج² ] نج C 40 لج ] لر B, لد T 43 مد ] مه B 46 نط ] نط B نج ] نح CD 48 يب ] لب B 49 يب ] لب B 51 نز ] نب BT 55 يد ] يه BT 56 نز ] ر C 57 نز ] نه B 58 مط ] مح BT 59 نو ] *illeg.* B



| Almucantars of Latitude 16: hours 12;58 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 17 | 57 | 11 | 45 | 71 | 15 | 28 | 5 | 14 |
| 52 | 17 | 46 | 11 | 23 | 72 | 15 | 24 | 4 | 57 |
| 53 | 17 | 35 | 11 | 1 | 73 | 15 | 20 | 4 | 40 |
| 54 | 17 | 25 | 10 | 39 | 74 | 15 | 16 | 4 | 23 |
| 55 | 17 | 14 | 10 | 18 | 75 | 15 | 13 | 4 | 6 |
| 56 | 17 | 6 | 9 | 57 | 76 | 15 | 9 | 3 | 49 |
| 57 | 16 | 57 | 9 | 36 | 77 | 15 | 6 | 3 | 32 |
| 58 | 16 | 49 | 9 | 16 | 78 | 15 | 3 | 3 | 15 |
| 59 | 16 | 40 | 8 | 56 | 79 | 15 | 1 | 2 | 59 |
| 60 | 16 | 33 | 8 | 37 | 80 | 14 | 58 | 2 | 42 |
| 61 | 16 | 25 | 8 | 17 | 81 | 14 | 57 | 2 | 26 |
| 62 | 16 | 18 | 7 | 58 | 82 | 14 | 55 | 2 | 9 |
| 63 | 16 | 11 | 7 | 39 | 83 | 14 | 53 | 1 | 53 |
| 64 | 16 | 4 | 7 | 20 | 84 | 14 | 52 | 1 | 36 |
| 65 | 15 | 58 | 7 | 1 | 85 | 14 | 51 | 1 | 20 |
| 66 | 15 | 52 | 6 | 43 | 86 | 14 | 50 | 1 | 4 |
| 67 | 15 | 47 | 6 | 25 | 87 | 14 | 49 | 0 | 48 |
| 68 | 15 | 42 | 6 | 7 | 88 | 14 | 48 | 0 | 32 |
| 69 | 15 | 37 | 5 | 49 | 89 | 14 | 48 | 0 | 16 |
| 70 | 15 | 32 | 5 | 31 | 90 | 14 | 48 | 0 | 0 |

60 نز ] كر T 62 يح ] نح D نح ] مح T 71 يد ] ه D 72 كد ] كج B نز ] م B 74 كج ] كح CD, ك T 81 نز ] نو BT 82 نه ] ند B 84 نب ] س B

| مقنطرات عرض يز ساعاته يج ب | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| أنصاف الأقطار | | أبعاد المراكز | | عدد | أنصاف الأقطار | | أبعاد المراكز | | عدد |
| | | | | | يب | سز | يو | سد | [٠] |
| ى | كد | كه | كه | كو | كه | سج | لط | س | ا |
| كز | كج | ى | كه | كز | ا | س | كو | نز | ب |
| مو | كب | م | كد | كح | نو | نو | لا | ند | ج |
| ز | كب | يا | كد | كط | ح | ند | ند | نا | د |
| كط | كا | مج | كج | ل | له | نا | لا | مط | ه |
| نب | ك | يز | كج | لا | يد | مط | ك | مز | و |
| يو | ك | نا | كب | لب | ه | مز | كب | مه | ز |
| ما | يط | كز | كب | لج | ه | مه | لب | مج | ح |
| ز | يط | ج | كب | لد | يد | مج | نب | ما | ط |
| له | يح | مب | كا | له | لا | ما | يط | م | ى |
| د | يح | كا | كا | لو | نه | لط | نج | لح | يا |
| لج | يز | ا | كا | لز | كه | لح | لد | لز | يب |
| ج | يز | ما | ك | لح | ة | لز | يط | لو | يج |
| لد | يو | كج | ك | لط | ما | له | ى | له | يد |
| ه | يو | ه | ك | م | كو | لد | و | لد | يه |
| لح | يه | مح | يط | ما | يه | لج | ه | لج | يو |
| يا | يه | لب | يط | مب | ح | لب | ح | لب | يز |
| مه | يد | يز | يط | مج | د | لا | يد | لا | يح |
| يط | يد | ب | يط | مد | د | ل | كد | ل | يط |
| ند | يج | مح | يح | مه | ه | كط | لو | كط | ك |
| كط | يج | لد | يح | مو | ى | كح | نا | كح | كا |
| ه | يج | كا | يح | مز | يح | كز | ط | كح | كب |
| ما | يب | ح | يح | مح | كح | كو | ل | كز | كج |
| يح | يب | نو | يز | مط | م | كه | نب | كو | كد |
| نو | يا | مه | يز | ن | ند | كد | يو | كو | كه |



| Almucantars of Latitude 17: hours 13;2 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 64 | 16 | 67 | 12 | | | | | |
| 1 | 60 | 39 | 63 | 25 | 26 | 25 | 43 | 24 | 10 |
| 2 | 57 | 26 | 60 | 1 | 27 | 25 | 10 | 23 | 27 |
| 3 | 54 | 31 | 56 | 56 | 28 | 24 | 40 | 22 | 46 |
| 4 | 51 | 54 | 54 | 8 | 29 | 24 | 11 | 22 | 7 |
| 5 | 49 | 31 | 51 | 35 | 30 | 23 | 43 | 21 | 29 |
| 6 | 47 | 20 | 49 | 14 | 31 | 23 | 17 | 20 | 52 |
| 7 | 45 | 22 | 47 | 5 | 32 | 22 | 51 | 20 | 16 |
| 8 | 43 | 32 | 45 | 5 | 33 | 22 | 27 | 19 | 41 |
| 9 | 41 | 52 | 43 | 14 | 34 | 22 | 3 | 19 | 7 |
| 10 | 40 | 19 | 41 | 31 | 35 | 21 | 42 | 18 | 35 |
| 11 | 38 | 53 | 39 | 55 | 36 | 21 | 21 | 18 | 4 |
| 12 | 37 | 34 | 38 | 25 | 37 | 21 | 1 | 17 | 33 |
| 13 | 36 | 19 | 37 | 0 | 38 | 20 | 41 | 17 | 3 |
| 14 | 35 | 10 | 35 | 41 | 39 | 20 | 23 | 16 | 34 |
| 15 | 34 | 6 | 34 | 26 | 40 | 20 | 5 | 16 | 5 |
| 16 | 33 | 5 | 33 | 15 | 41 | 19 | 48 | 15 | 38 |
| 17 | 32 | 8 | 32 | 8 | 42 | 19 | 32 | 15 | 11 |
| 18 | 31 | 14 | 31 | 4 | 43 | 19 | 17 | 14 | 45 |
| 19 | 30 | 24 | 30 | 4 | 44 | 19 | 2 | 14 | 19 |
| 20 | 29 | 36 | 29 | 5 | 45 | 18 | 48 | 13 | 54 |
| 21 | 28 | 51 | 28 | 10 | 46 | 18 | 34 | 13 | 29 |
| 22 | 28 | 9 | 27 | 18 | 47 | 18 | 21 | 13 | 5 |
| 23 | 27 | 30 | 26 | 28 | 48 | 18 | 8 | 12 | 41 |
| 24 | 26 | 52 | 25 | 40 | 49 | 17 | 56 | 12 | 18 |
| 25 | 26 | 16 | 24 | 54 | 50 | 17 | 45 | 11 | 56 |

| مقنطرات عرض يز ساعاته يج ب | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | يز | لد | يا | لد | عا | يه | يا | ه | ى |
| نب | يز | كد | يا | يب | عب | يه | ز | د | يج |
| نج | يز | يج | ى | ن | عج | يه | ج | د | لو |
| ند | يز | ج | ى | كط | عد | يد | نط | د | يط |
| نه | يو | ند | ى | ح | عه | يد | نو | د | ج |
| نو | يو | مه | ط | مح | عو | يد | نج | ج | مو |
| نز | يو | لز | ط | كح | عز | يد | ن | ج | ل |
| نح | يو | كط | ط | ح | عح | يد | مز | ج | يج |
| نط | يو | كا | ح | مح | عط | يد | مه | ب | نز |
| س | يو | يج | ح | كط | ف | يد | مب | ب | م |
| سا | يو | و | ح | ى | فا | يد | م | ب | كد |
| سب | يه | نط | ز | نا | فب | يد | لط | ب | ح |
| سج | يه | نب | ز | لب | فج | يد | لز | ا | نا |
| سد | يه | مو | ز | يد | فد | يد | لو | ا | لو |
| سه | يه | م | و | نو | فه | يد | له | ا | يط |
| سو | يه | لد | و | لز | فو | يد | لد | ا | ج |
| سز | يه | كط | و | ك | فز | يد | لج | ō | مز |
| سح | يه | كد | و | ب | فح | يد | لب | ō | لا |
| سط | يه | يط | ه | مد | فط | يد | لب | ō | يو |
| ع | يه | يه | ه | كز | ص | يد | لب | ō | ō |

9 T كج ,B لج ] لب 8 BT يو ] نو$^2$ 3 B كج ] كه CBD كط ] لط 1 D سط ] سد 0
[كو 15 B لو ] له$^2$ 14 B ند ] نه 11 BTD نط ] يط 10 BT يه ] يد BT يج ] نب
29 B نو ] مو 28 T *illeg.* ] ى BT مب ] يج 26 CD كج ] كج 23 B ن ] نا 21 CD يو
] يط$^2$ 44 T ō ] ا 37 BT د ] ج 34 CBD س ] نب 31 BT مد ] يج 30 B ن ] ز
B د ] ز T *illeg.*, B مه ] مو 64 BT كج ] كد 52 B نا ] ما 48 T يج ] مح 45 B مط
BT نط ] ك BT كج ] كط 67 CD لب ] لد 66 BT نه ] نو BT لط ] م 65 BT يج ] يد
BT له ] لو$^2$ 84 B ما ] نا 83 C لج ] يج 78 B يج ] يج 72 BT ا ] ب BT كج ] كد 68
BT يه ] يو 89 CD نز ] مز 87 C مط ] يط 85



| Almucantars of Latitude 17: hours 13;2 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 17 | 34 | 11 | 34 | 71 | 15 | 11 | 5 | 10 |
| 52 | 17 | 24 | 11 | 12 | 72 | 15 | 7 | 4 | 53 |
| 53 | 17 | 13 | 10 | 50 | 73 | 15 | 3 | 4 | 36 |
| 54 | 17 | 3 | 10 | 29 | 74 | 14 | 59 | 4 | 19 |
| 55 | 16 | 54 | 10 | 8 | 75 | 14 | 56 | 4 | 3 |
| 56 | 16 | 45 | 9 | 48 | 76 | 14 | 53 | 3 | 46 |
| 57 | 16 | 37 | 9 | 28 | 77 | 14 | 50 | 3 | 30 |
| 58 | 16 | 29 | 9 | 8 | 78 | 14 | 47 | 3 | 13 |
| 59 | 16 | 21 | 8 | 48 | 79 | 14 | 45 | 2 | 57 |
| 60 | 16 | 13 | 8 | 29 | 80 | 14 | 42 | 2 | 40 |
| 61 | 16 | 6 | 8 | 10 | 81 | 14 | 40 | 2 | 24 |
| 62 | 15 | 59 | 7 | 51 | 82 | 14 | 39 | 2 | 8 |
| 63 | 15 | 52 | 7 | 32 | 83 | 14 | 37 | 1 | 51 |
| 64 | 15 | 46 | 7 | 14 | 84 | 14 | 36 | 1 | 36 |
| 65 | 15 | 40 | 6 | 56 | 85 | 14 | 35 | 1 | 19 |
| 66 | 15 | 34 | 6 | 37 | 86 | 14 | 34 | 1 | 3 |
| 67 | 15 | 29 | 6 | 20 | 87 | 14 | 33 | 0 | 57 |
| 68 | 15 | 24 | 6 | 2 | 88 | 14 | 32 | 0 | 31 |
| 69 | 15 | 19 | 5 | 44 | 89 | 14 | 32 | 0 | 16 |
| 70 | 15 | 15 | 5 | 27 | 90 | 14 | 32 | 0 | 0 |

مقنطرات عرض يح ساعاته يج و

| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [٠] | س | مح | سج | له | | | | | |
| ا | نز | يه | س | يا | كو | كه | ة | كج | لح |
| ب | ند | ك | نز | و | كز | كد | ل | كب | نز |
| ج | نا | مج | ند | يح | كح | كد | ة | كب | يز |
| د | مط | ك | نا | مه | كط | كج | لج | كا | لط |
| ه | مز | ى | مط | كد | ل | كج | و | كا | ب |
| و | مه | يب | مز | يو | لا | كب | م | ك | كو |
| ز | مج | كب | مه | يو | لب | كب | يو | يط | نا |
| ح | ما | مب | مج | كه | لج | كا | نج | يط | يح |
| ط | م | ط | ما | مب | لد | كا | لب | يح | مو |
| ى | لح | مد | م | و | له | كا | ى | يح | يد |
| يا | لز | كج | لح | له | لو | ك | ن | يز | مج |
| يب | لو | ط | لز | يا | لز | ك | لا | يز | يد |
| يج | له | ة | له | نا | لح | ك | يب | يو | مد |
| يد | لج | نه | لد | لو | لط | يط | ند | يو | يو |
| يه | لب | نه | لج | كو | م | يط | لح | يه | مط |
| يو | لا | نط | لب | يط | ما | يط | كب | يه | كب |
| يز | لا | د | لا | يد | مب | يط | و | يد | نو |
| يح | ل | يد | ل | يد | مج | يح | نا | يد | ل |
| يط | كط | كو | كط | يو | مد | يح | لز | يد | ه |
| ك | كح | ما | كح | كا | مه | يح | كج | يج | م |
| كا | كز | نط | كز | كح | مو | يح | ى | يج | يو |
| كب | كز | ك | كو | لط | مز | يز | نح | يب | نج |
| كج | كو | مب | كه | نا | مح | يز | مو | يب | ل |
| كد | كو | و | كه | د | مط | يز | لد | يب | ز |
| كه | كه | لب | كد | ك | ن | يز | كج | يا | مه |



| Almucantars of Latitude 18: hours 13;6 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 60 | 48 | 63 | 35 | | | | | |
| 1 | 57 | 15 | 60 | 11 | 26 | 25 | 0 | 23 | 38 |
| 2 | 54 | 20 | 57 | 6 | 27 | 24 | 30 | 22 | 57 |
| 3 | 51 | 43 | 54 | 18 | 28 | 24 | 0 | 22 | 17 |
| 4 | 49 | 20 | 51 | 45 | 29 | 23 | 33 | 21 | 39 |
| 5 | 47 | 10 | 49 | 24 | 30 | 23 | 6 | 21 | 2 |
| 6 | 45 | 12 | 47 | 16 | 31 | 22 | 40 | 20 | 26 |
| 7 | 43 | 22 | 45 | 16 | 32 | 22 | 16 | 19 | 51 |
| 8 | 41 | 42 | 43 | 25 | 33 | 21 | 53 | 19 | 18 |
| 9 | 40 | 9 | 41 | 42 | 34 | 21 | 32 | 18 | 46 |
| 10 | 38 | 44 | 40 | 6 | 35 | 21 | 10 | 18 | 14 |
| 11 | 37 | 23 | 38 | 35 | 36 | 20 | 50 | 17 | 43 |
| 12 | 36 | 9 | 37 | 11 | 37 | 20 | 31 | 17 | 14 |
| 13 | 35 | 0 | 35 | 51 | 38 | 20 | 12 | 16 | 44 |
| 14 | 33 | 55 | 34 | 36 | 39 | 19 | 54 | 16 | 16 |
| 15 | 32 | 55 | 33 | 26 | 40 | 19 | 38 | 15 | 49 |
| 16 | 31 | 59 | 32 | 19 | 41 | 19 | 22 | 15 | 22 |
| 17 | 31 | 4 | 31 | 14 | 42 | 19 | 6 | 14 | 56 |
| 18 | 30 | 14 | 30 | 14 | 43 | 18 | 51 | 14 | 30 |
| 19 | 29 | 26 | 29 | 16 | 44 | 18 | 37 | 14 | 5 |
| 20 | 28 | 41 | 28 | 21 | 45 | 18 | 23 | 13 | 40 |
| 21 | 27 | 59 | 27 | 28 | 46 | 18 | 10 | 13 | 16 |
| 22 | 27 | 20 | 26 | 39 | 47 | 17 | 58 | 12 | 53 |
| 23 | 26 | 42 | 25 | 51 | 48 | 17 | 46 | 12 | 30 |
| 24 | 26 | 6 | 25 | 4 | 49 | 17 | 34 | 12 | 7 |
| 25 | 25 | 32 | 24 | 20 | 50 | 17 | 23 | 11 | 45 |

| مقنطرات عرض يح ساعاته يج و | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | |
| نا | يز | يب | يا | كج | عا | يد | ند | ه | و |
| نب | يز | ب | يا | ب | عب | يد | ن | د | مط |
| نج | يو | نج | ى | ما | عج | يد | مو | د | لب |
| ند | يو | مج | ى | ك | عد | يد | مج | د | يو |
| نه | يو | لد | ى | ة | عه | يد | م | د | ة |
| نو | يو | كو | ط | م | عو | يد | لو | ج | مج |
| نز | يو | يز | ط | ك | عز | يد | لد | ج | كز |
| نح | يو | ط | ط | ة | عح | يد | لا | ج | يا |
| نط | يو | ب | ح | ما | عط | يد | كح | ب | ند |
| س | يه | ند | ح | كا | ف | يد | كو | ب | لح |
| سا | يه | مز | ح | ج | فا | يد | كد | ب | كب |
| سب | يه | م | ز | مد | فب | يد | كب | ب | و |
| سج | يه | لد | ز | كو | فج | يد | كا | ا | ن |
| سد | يه | كح | ز | ح | فد | يد | ك | ا | لد |
| سه | يه | كب | و | ن | فه | يد | يط | ا | يط |
| سو | يه | يو | و | لب | فو | يد | يح | ا | ب |
| سز | يه | يا | و | يد | فز | يد | يز | ة | مو |
| سح | يه | و | ه | نز | فح | يد | يز | ة | لا |
| سط | يه | ب | ه | م | فط | يد | يو | ة | يه |
| ع | يد | نح | ه | كج | ص | يد | يو | ة | ة |

[tit.] و ] ب C 0 ع ] عج B 1 يه ] مه T يا ] نا B 2 نز ] نو B 3 يج ] عج B 4 ك ] ل
T 5 كد ] كه T 9 ط ] ى BT 10 مد ] مه B 14 نه ] به CBD 15 نه ] به CD 17
د ] ه, ة T 18 يد[2] ] به B 21 كج ] كج CD, عج T 23 نا ] ما B 25 ك ] ل T 29 لط ] نط
T 30 كج ] كب B 33 مج ] ند BT يج ] نج C 37 لا ] ل BT يد ] مج BT 38 مد ]
مج B 39 ند ] به B 40 لح ] عج B 42 نو ] بو B 44 ه ] م B 45 م ] ه B 47 مج ] مج
B 48 مو ] مز CD 49 ز ] و B 50 يا ] نا C 55 لد ] بد B 56 كو ] كه BT 57 يز ] ز B



| Almucantars of Latitude 18: hours 13;6 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 17 | 12 | 11 | 23 | 71 | 14 | 54 | 5 | 6 |
| 52 | 17 | 2 | 11 | 2 | 72 | 14 | 50 | 4 | 49 |
| 53 | 16 | 53 | 10 | 41 | 73 | 14 | 46 | 4 | 32 |
| 54 | 16 | 43 | 10 | 20 | 74 | 14 | 43 | 4 | 16 |
| 55 | 16 | 34 | 10 | 0 | 75 | 14 | 40 | 4 | 0 |
| 56 | 16 | 26 | 9 | 40 | 76 | 14 | 36 | 3 | 43 |
| 57 | 16 | 17 | 9 | 20 | 77 | 14 | 34 | 3 | 27 |
| 58 | 16 | 9 | 9 | 0 | 78 | 14 | 31 | 3 | 11 |
| 59 | 16 | 2 | 8 | 41 | 79 | 14 | 28 | 2 | 54 |
| 60 | 15 | 54 | 8 | 21 | 80 | 14 | 26 | 2 | 38 |
| 61 | 15 | 47 | 8 | 3 | 81 | 14 | 24 | 2 | 22 |
| 62 | 15 | 40 | 7 | 44 | 82 | 14 | 22 | 2 | 6 |
| 63 | 15 | 34 | 7 | 26 | 83 | 14 | 21 | 1 | 50 |
| 64 | 15 | 28 | 7 | 8 | 84 | 14 | 20 | 1 | 34 |
| 65 | 15 | 22 | 6 | 50 | 85 | 14 | 19 | 1 | 19 |
| 66 | 15 | 16 | 6 | 32 | 86 | 14 | 18 | 1 | 2 |
| 67 | 15 | 11 | 6 | 14 | 87 | 14 | 17 | 0 | 46 |
| 68 | 15 | 6 | 5 | 57 | 88 | 14 | 17 | 0 | 31 |
| 69 | 15 | 2 | 5 | 40 | 89 | 14 | 16 | 0 | 15 |
| 70 | 14 | 58 | 5 | 23 | 90 | 14 | 16 | 0 | 0 |

59 ب ] ا BT ح ] ط T ما ] م B 60 ند ] نه CB ح ] ط T 61 ج ] ب BT 62 م ]
ر C مد ] لد T 65 ن ] عج T 68 نز ] لو T 71 ند ] بد C 76 لو ] لز BT 78 يا ] ما
B 79 ند ] بد B 85 يط[2] ] عج BT 88 يز ] بو BT لا ] ل BT 90 يو ] به B

| مقنطرات عرض يط ساعاته يحـ ى | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | نز | د | س | كا | | | | | |
| ا | ند | ى | نز | يز | كو | كد | يط | كحـ | ز |
| ب | نا | لب | ند | كح | كز | كحـ | ن | كب | كح |
| حـ | مط | ى | نا | نو | كح | كحـ | كب | كا | مط |
| د | مز | ة | مط | له | كط | كب | نه | كا | يب |
| ه | مه | ا | مز | كو | ل | كب | ل | ك | لو |
| و | محـ | يب | مه | كو | لا | كب | و | ك | ب |
| ز | ما | لب | محـ | لو | لب | كا | مب | يط | كح |
| ح | لط | نح | ما | نب | لحـ | كا | كا | يح | نو |
| ط | لح | لحـ | م | يو | لد | كا | ة | يح | كه |
| ى | لز | يحـ | لح | مو | له | ك | م | يز | ند |
| يا | لو | ة | لز | كا | لو | ك | ك | يز | كد |
| يب | لد | ن | لو | ب | لز | ك | ب | يو | نه |
| يحـ | لحـ | مه | لد | مز | لح | يط | مد | يو | كز |
| يد | لب | مه | لحـ | لو | لط | يط | كح | يو | ة |
| يه | لا | مح | لب | كط | م | يط | يا | يه | لحـ |
| يو | ل | ند | لا | كه | ما | يح | نه | يه | و |
| يز | ل | د | ل | كد | مب | يح | م | يد | م |
| يح | كط | يو | كط | كو | محـ | يح | كو | يد | يو |
| يط | كح | لا | كح | لا | مد | يح | يب | يحـ | نا |
| ك | كز | مط | كز | لط | مه | يز | نط | يحـ | كز |
| كا | كز | ط | كو | مط | مو | يز | مز | يحـ | د |
| كب | كو | لب | كو | ا | مز | يز | له | يب | ما |
| كحـ | كه | نو | كه | يه | مح | يز | كحـ | يب | يح |
| كد | كه | كب | كد | لا | مط | يز | يب | يا | نو |
| كه | كد | ن | كحـ | مح | ن | يز | ا | يا | لد |



| Almucantars of Latitude 19: hours 13;10 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 57 | 4 | 60 | 21 | | | | | |
| 1 | 54 | 10 | 57 | 17 | 26 | 24 | 19 | 23 | 7 |
| 2 | 51 | 32 | 54 | 28 | 27 | 23 | 50 | 22 | 28 |
| 3 | 49 | 10 | 51 | 56 | 28 | 23 | 22 | 21 | 49 |
| 4 | 47 | 0 | 49 | 35 | 29 | 22 | 55 | 21 | 12 |
| 5 | 45 | 1 | 47 | 26 | 30 | 22 | 30 | 20 | 36 |
| 6 | 43 | 12 | 45 | 26 | 31 | 22 | 6 | 20 | 2 |
| 7 | 41 | 32 | 43 | 36 | 32 | 21 | 42 | 19 | 28 |
| 8 | 39 | 58 | 41 | 52 | 33 | 21 | 21 | 18 | 56 |
| 9 | 38 | 33 | 40 | 16 | 34 | 21 | 0 | 18 | 25 |
| 10 | 37 | 13 | 38 | 46 | 35 | 20 | 40 | 17 | 54 |
| 11 | 36 | 0 | 37 | 21 | 36 | 20 | 20 | 17 | 24 |
| 12 | 34 | 50 | 36 | 2 | 37 | 20 | 2 | 16 | 55 |
| 13 | 33 | 45 | 34 | 47 | 38 | 19 | 44 | 16 | 27 |
| 14 | 32 | 45 | 33 | 36 | 39 | 19 | 28 | 16 | 0 |
| 15 | 31 | 48 | 32 | 29 | 40 | 19 | 11 | 15 | 33 |
| 16 | 30 | 54 | 31 | 25 | 41 | 18 | 55 | 15 | 6 |
| 17 | 30 | 4 | 30 | 24 | 42 | 18 | 40 | 14 | 40 |
| 18 | 29 | 16 | 29 | 26 | 43 | 18 | 26 | 14 | 16 |
| 19 | 28 | 31 | 28 | 31 | 44 | 18 | 12 | 13 | 51 |
| 20 | 27 | 49 | 27 | 39 | 45 | 17 | 59 | 13 | 27 |
| 21 | 27 | 9 | 26 | 49 | 46 | 17 | 47 | 13 | 4 |
| 22 | 26 | 32 | 26 | 1 | 47 | 17 | 35 | 12 | 41 |
| 23 | 25 | 56 | 25 | 15 | 48 | 17 | 23 | 12 | 18 |
| 24 | 25 | 22 | 24 | 31 | 49 | 17 | 12 | 11 | 56 |
| 25 | 24 | 50 | 23 | 48 | 50 | 17 | 1 | 11 | 34 |

| مقنطرات عرض يط ساعاته يج ى | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | |
| نا | يو | نا | يا | يج | عا | يد | لز | ه | ب | |
| نب | يو | ما | ى | نب | عب | يد | لج | د | مه | |
| نج | يو | لب | ى | لب | عج | يد | ل | د | كط | |
| ند | يو | كج | ى | يا | عد | يد | كو | د | يب | |
| نه | يو | يد | ط | نا | عه | يد | كج | ج | نو | |
| نو | يو | ه | ط | لا | عو | يد | ك | ج | م | |
| نز | يه | نح | ط | يب | عز | يد | يز | ج | كد | |
| نح | يه | ن | ح | نج | عح | يد | يه | ج | ح | |
| نط | يه | مب | ح | لج | عط | يد | يب | ب | نب | |
| س | يه | له | ح | يد | ف | يد | ى | ب | لو | |
| سا | يه | كط | ز | نو | فا | يد | ح | ب | ك | |
| سب | يه | كب | ز | لح | فب | يد | ز | ب | ه | |
| سج | يه | يو | ز | ك | فج | يد | ه | ا | مط | |
| سد | يه | ى | ز | ب | فد | يد | د | ا | لج | |
| سه | يه | د | و | مد | فه | يد | ج | ا | يز | |
| سو | يد | نط | و | كز | فو | يد | ب | ا | ب | |
| سز | يد | ند | و | ى | فز | يد | ب | ō | مو | |
| سح | يد | ن | ه | نج | فح | يد | ا | ō | ل | |
| سط | يد | مه | ه | لو | فط | يد | ا | ō | يه | |
| ع | يد | ما | ه | يط | ص | يد | ا | ō | ō | |

0 كا ] ما CD 1 ند ] نه B يز ] نو T 3 نو ] بو B 6 يب ] م B, نب T 10 يج ] نج CD
16 ند ] نه T 18 يو ] نو 23 نو ] بو B, نر T يه ] نه CD 24 كد ] كج B 26 يط ] نط
C ز ] ن CBD 29 نه ] له B 30 لو ] و B 31 و ] ه BT ب ] ا BT 33 نو ] بو B
37 نه ] بن B 38 مد ] مه BT 41 نه ] به B 43 كو ] كه BT يو ] به BT 44 نا ] با B
45 كز ] كو T 48 يح ] ح T 50 ا ] ب BT 51 نا ] با B يج ] نح B 53 لب[2] ] لا BT
57 نح ] نر BT 58 ن ] مط BT نج ] نب T 60 يد ] يه C 61 نو ] نه B 62 كب ] كر
B 63 يو ] كو B 66 كز ] كو T 67 ند ] بد C 72 مه ] مد B 77 كد ] كج CD 82 ز ]
و BT ه ] د BT



| Almucantars of Latitude 19: hours 13;10 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 16 | 51 | 11 | 13 | 71 | 14 | 37 | 5 | 2 |
| 52 | 16 | 41 | 10 | 52 | 72 | 14 | 33 | 4 | 45 |
| 53 | 16 | 32 | 10 | 32 | 73 | 14 | 30 | 4 | 29 |
| 54 | 16 | 23 | 10 | 11 | 74 | 14 | 26 | 4 | 12 |
| 55 | 16 | 14 | 9 | 51 | 75 | 14 | 23 | 3 | 56 |
| 56 | 16 | 5 | 9 | 31 | 76 | 14 | 20 | 3 | 40 |
| 57 | 15 | 58 | 9 | 12 | 77 | 14 | 17 | 3 | 24 |
| 58 | 15 | 50 | 8 | 53 | 78 | 14 | 15 | 3 | 8 |
| 59 | 15 | 42 | 8 | 33 | 79 | 14 | 12 | 2 | 52 |
| 60 | 15 | 35 | 8 | 14 | 80 | 14 | 10 | 2 | 36 |
| 61 | 15 | 29 | 7 | 56 | 81 | 14 | 8 | 2 | 20 |
| 62 | 15 | 22 | 7 | 38 | 82 | 14 | 7 | 2 | 5 |
| 63 | 15 | 16 | 7 | 20 | 83 | 14 | 5 | 1 | 49 |
| 64 | 15 | 10 | 7 | 2 | 84 | 14 | 4 | 1 | 33 |
| 65 | 15 | 4 | 6 | 44 | 85 | 14 | 3 | 1 | 17 |
| 66 | 14 | 59 | 6 | 27 | 86 | 14 | 2 | 1 | 2 |
| 67 | 14 | 54 | 6 | 10 | 87 | 14 | 2 | 0 | 46 |
| 68 | 14 | 50 | 5 | 53 | 88 | 14 | 1 | 0 | 30 |
| 69 | 14 | 45 | 5 | 36 | 89 | 14 | 1 | 0 | 15 |
| 70 | 14 | 41 | 5 | 19 | 90 | 14 | 1 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض ك ساعاته يج يد | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | نج | نط | نز | كز | | | | | |
| ا | نا | كب | ند | لط | كو | كج | م | كب | لح |
| ب | مح | نط | نب | و | كز | كج | يب | كب | ٠ |
| ج | مو | مط | مط | مه | كح | كب | مه | كا | كج |
| د | مد | ن | مز | لو | كط | كب | ك | ك | مز |
| ه | مج | ب | مه | لز | ل | كا | نه | ك | يب |
| و | ما | كا | مج | مو | لا | كا | لب | يط | لح |
| ز | لط | مط | مب | ج | لب | كا | ى | يط | و |
| ح | لح | كج | م | كز | لج | ك | مط | يح | له |
| ط | لز | ب | لح | نو | لد | ك | كط | يح | د |
| ى | له | مح | لز | لا | له | ك | ى | يز | له |
| يا | لد | لط | لو | يب | لو | يط | نا | يز | ه |
| يب | لج | له | لد | نز | لز | يط | لج | يو | لز |
| يج | لب | لد | لج | مو | لح | يط | يز | يو | ى |
| يد | لا | لز | لب | لط | لط | يط | ٠ | يه | مج |
| يه | ل | مد | لا | له | م | يح | مه | يه | يز |
| يو | كط | نج | ل | له | ما | يح | كط | يد | نا |
| يز | كط | ه | كط | لو | مب | يح | يه | يد | كو |
| يح | كح | كا | كح | ما | مج | يح | ب | يد | ب |
| يط | كز | لط | كز | مط | مد | يز | مح | يج | لح |
| ك | كز | ٠ | كز | ٠ | مه | يز | له | يج | يد |
| كا | كو | كا | كو | يا | مو | يز | كب | يب | نا |
| كب | كه | مو | كه | كو | مز | يز | يب | يب | كط |
| كج | كه | يب | كد | ما | مح | يز | ا | يب | ز |
| كد | كد | لط | كج | نح | مط | يو | ن | يا | مه |
| كه | كد | ح | كج | يز | ن | يو | م | يا | كد |



| Almucantars of Latitude 20: hours 13;14 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 53 | 59 | 57 | 27 | | | | | |
| 1 | 51 | 22 | 54 | 39 | 26 | 23 | 40 | 22 | 38 |
| 2 | 48 | 59 | 52 | 6 | 27 | 23 | 12 | 22 | 0 |
| 3 | 46 | 49 | 49 | 45 | 28 | 22 | 45 | 21 | 23 |
| 4 | 44 | 50 | 47 | 36 | 29 | 22 | 20 | 20 | 47 |
| 5 | 43 | 2 | 45 | 37 | 30 | 21 | 55 | 20 | 12 |
| 6 | 41 | 21 | 43 | 46 | 31 | 21 | 32 | 19 | 38 |
| 7 | 39 | 49 | 42 | 3 | 32 | 21 | 10 | 19 | 6 |
| 8 | 38 | 23 | 40 | 27 | 33 | 20 | 49 | 18 | 35 |
| 9 | 37 | 2 | 38 | 56 | 34 | 20 | 29 | 18 | 4 |
| 10 | 35 | 48 | 37 | 31 | 35 | 20 | 10 | 17 | 35 |
| 11 | 34 | 39 | 36 | 12 | 36 | 19 | 51 | 17 | 5 |
| 12 | 33 | 35 | 34 | 57 | 37 | 19 | 33 | 16 | 37 |
| 13 | 32 | 34 | 33 | 46 | 38 | 19 | 17 | 16 | 10 |
| 14 | 31 | 37 | 32 | 39 | 39 | 19 | 0 | 15 | 43 |
| 15 | 30 | 44 | 31 | 35 | 40 | 18 | 45 | 15 | 17 |
| 16 | 29 | 53 | 30 | 35 | 41 | 18 | 29 | 14 | 51 |
| 17 | 29 | 5 | 29 | 36 | 42 | 18 | 15 | 14 | 26 |
| 18 | 28 | 21 | 28 | 41 | 43 | 18 | 2 | 14 | 2 |
| 19 | 27 | 39 | 27 | 49 | 44 | 17 | 48 | 13 | 38 |
| 20 | 27 | 0 | 27 | 0 | 45 | 17 | 35 | 13 | 14 |
| 21 | 26 | 21 | 26 | 11 | 46 | 17 | 22 | 12 | 51 |
| 22 | 25 | 46 | 25 | 26 | 47 | 17 | 12 | 12 | 29 |
| 23 | 25 | 12 | 24 | 41 | 48 | 17 | 1 | 12 | 7 |
| 24 | 24 | 39 | 23 | 58 | 49 | 16 | 50 | 11 | 45 |
| 25 | 24 | 8 | 23 | 17 | 50 | 16 | 40 | 11 | 24 |

| مقنطرات عرض ك ساعاته يج يد | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | |
| نا | يو | ل | يا | ج | عا | يد | ك | د | نح | |
| نب | يو | ك | ى | مب | عب | يد | يز | د | مب | |
| نج | يو | يا | ى | كب | عج | يد | يج | د | كه | |
| ند | يو | ب | ى | ب | عد | يد | ى | د | ط | |
| نه | يه | ند | ط | مب | عه | يد | ز | ج | نج | |
| نو | يه | مو | ط | كج | عو | يد | د | ج | لز | |
| نز | يه | لح | ط | د | عز | يد | ا | ج | كا | |
| نح | يه | لا | ح | مه | عح | يج | نط | ج | و | |
| نط | يه | كج | ح | كو | عط | يج | نز | ب | ن | |
| س | يه | يز | ح | ح | ف | يج | ند | ب | لد | |
| سا | يه | يا | ز | ن | فا | يج | نج | ب | يط | |
| سب | يه | ه | ز | لب | فب | يج | نا | ب | ج | |
| سج | يد | نز | ز | يد | فج | يج | ن | ا | مح | |
| سد | يد | نج | و | نز | فد | يج | مح | ا | لب | |
| سه | يد | مز | و | لط | فه | يج | مز | ا | يو | |
| سو | يد | مب | و | كب | فو | يج | مز | ا | ا | |
| سز | يد | لز | و | ه | فز | يج | مو | ة | مو | |
| سح | يد | لب | ه | مح | فح | يج | مو | ة | ل | |
| سط | يد | كح | ه | لا | فط | يج | مو | ة | يه | |
| ع | يد | كد | ه | يه | ص | يج | مو | ة | ة | |

] نو 9 B مب ] م 8 T ن ] ج 7 B مح ] مو 6 B مد ] مه 3 T نو ] نز CD يط ] نط 0
لو ] له BT مه ] مد 15 BT لخ, CD لد ] لز 14 B ر ] نز 12 T مح ] مح 10 BT بو
CBD نا ] يا 21 BT م ] لط 19 BT كب ] كا 18 BT و ] ه 17 B لد ] له 16 BT
T كا ]$^{1}$ ك 29 T و ] يز BT ط ] ح 25 BT نا ] يب 23 BT كه ] كو BT مه ] مو 22
BT ا ]$^{2}$ ب BT ا ]$^{1}$ ب 43 B نا ] نا 41 BT نو ] يز 38 BT لد ] له BT ط ] ى 35



| Almucantars of Latitude 20: hours 13;14 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 16 | 30 | 11 | 3 | 71 | 14 | 20 | 4 | 58 |
| 52 | 16 | 20 | 10 | 42 | 72 | 14 | 17 | 4 | 42 |
| 53 | 16 | 11 | 10 | 22 | 73 | 14 | 13 | 4 | 25 |
| 54 | 16 | 2 | 10 | 2 | 74 | 14 | 10 | 4 | 9 |
| 55 | 15 | 54 | 9 | 42 | 75 | 14 | 7 | 3 | 53 |
| 56 | 15 | 46 | 9 | 23 | 76 | 14 | 4 | 3 | 37 |
| 57 | 15 | 38 | 9 | 4 | 77 | 14 | 1 | 3 | 21 |
| 58 | 15 | 31 | 8 | 45 | 78 | 13 | 59 | 3 | 6 |
| 59 | 15 | 23 | 8 | 26 | 79 | 13 | 57 | 2 | 50 |
| 60 | 15 | 17 | 8 | 8 | 80 | 13 | 54 | 2 | 34 |
| 61 | 15 | 11 | 7 | 50 | 81 | 13 | 53 | 2 | 19 |
| 62 | 15 | 5 | 7 | 32 | 82 | 13 | 51 | 2 | 3 |
| 63 | 14 | 58 | 7 | 14 | 83 | 13 | 50 | 1 | 48 |
| 64 | 14 | 53 | 6 | 57 | 84 | 13 | 48 | 1 | 32 |
| 65 | 14 | 47 | 6 | 39 | 85 | 13 | 47 | 1 | 16 |
| 66 | 14 | 42 | 6 | 22 | 86 | 13 | 47 | 1 | 1 |
| 67 | 14 | 37 | 6 | 5 | 87 | 13 | 46 | 0 | 46 |
| 68 | 14 | 32 | 5 | 48 | 88 | 13 | 46 | 0 | 30 |
| 69 | 14 | 28 | 5 | 31 | 89 | 13 | 46 | 0 | 15 |
| 70 | 14 | 24 | 5 | 15 | 90 | 13 | 46 | 0 | 0 |

B كد ] كط 47 C نا ] نا B نب ] يب BT مح* ] كب 46 BT لر ] لح BT مر ] مح 44
مر ] مو 56 B ج ] ب$^{2}$ 54 B مج ] كب 53 B ب ] ج 51 B كب ] كد 50 B ج ] ز 48
] ن BT س ] يا 61 BT ط, CD كح ] ح$^{2}$ BT مح ] يز 60 B ج ] د B لج ] لح 57 B
BT 64 نه ] يد$^{2}$ BT نه ة, CD نه ر ] يد نز 63 BT لج ] لب BT و ] ه 62 BT نا
T لد ] لز 76 T نه, C نب ] مج C د ] ز 75 C ه ] د 73 BT مح ] مز 65 BT ند ] مج
B مو ] مز 86 B لط ] لب 84 BT مر ] مح BT مط ] ن 83 B لط ] لد BT نه ] ند 80
BT مه ] مو$^{2}$ 87 BT ة ] ا$^{2}$

| مقنطرات عرض كا ساعاته يج يح | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | |
| [٠] | نا | يا | ند | مط | | | | | | |
| ا | مح | مط | نب | يز | كو | كج | ا | كب | ی | |
| ب | مو | لط | مط | نو | كز | كب | له | كا | لج | |
| حـ | مد | م | مز | مز | كح | كب | ط | ك | نز | |
| د | مب | نا | مه | مز | كط | كا | مه | ك | كج | |
| ه | ما | ی | مج | نو | ل | كا | كب | يط | مط | |
| و | لط | لح | مب | يج | لا | كا | ٠ | يط | يز | |
| ز | لح | يب | م | لز | لب | ك | م | يح | مو | |
| ح | لو | نب | لط | و | لج | ك | يط | يح | يه | |
| ط | له | لح | لز | مب | لد | ك | ٠ | يز | مه | |
| ی | لد | كط | لو | كج | له | يط | ما | يز | يو | |
| يا | لج | كد | له | ز | لو | يط | كج | يو | مح | |
| يب | لب | كج | لج | نو | لز | يط | و | يو | ك | |
| يج | لا | كح | لب | ن | لح | يح | ن | يه | ند | |
| يد | ل | لج | لا | مه | لط | يح | لد | يه | كز | |
| يه | كط | مج | ل | مه | م | يح | يط | يه | ب | |
| يو | كح | نو | كط | مز | ما | يح | ه | يد | لز | |
| يز | كح | يا | كح | نب | مب | يز | نا | يد | يج | |
| يح | كز | كط | كح | ٠ | مج | يز | لح | يج | مط | |
| يط | كو | مط | كز | ی | مد | يز | كه | يج | كه | |
| ك | كو | يا | كو | كا | مه | يز | يب | يج | ب | |
| كا | كه | له | كه | له | مو | يز | ا | يب | م | |
| كب | كه | ا | كد | نا | مز | يو | ن | يب | يح | |
| كج | كد | كط | كد | ط | مح | يو | لط | يا | نو | |
| كد | كج | نح | كج | كز | مط | يو | كط | يا | له | |
| كه | كج | كط | كب | مح | ن | يو | يط | يا | يد | |



| Almucantars of Latitude 21: hours 13;18 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 51 | 11 | 54 | 49 | | | | | |
| 1 | 48 | 49 | 52 | 17 | 26 | 23 | 1 | 22 | 10 |
| 2 | 46 | 39 | 49 | 56 | 27 | 22 | 35 | 21 | 33 |
| 3 | 44 | 40 | 47 | 47 | 28 | 22 | 9 | 20 | 57 |
| 4 | 42 | 51 | 45 | 47 | 29 | 21 | 45 | 20 | 23 |
| 5 | 41 | 10 | 43 | 56 | 30 | 21 | 22 | 19 | 49 |
| 6 | 39 | 38 | 42 | 13 | 31 | 21 | 0 | 19 | 17 |
| 7 | 38 | 12 | 40 | 37 | 32 | 20 | 40 | 18 | 46 |
| 8 | 36 | 52 | 39 | 6 | 33 | 20 | 19 | 18 | 15 |
| 9 | 35 | 38 | 37 | 42 | 34 | 20 | 0 | 17 | 45 |
| 10 | 34 | 29 | 36 | 23 | 35 | 19 | 41 | 17 | 16 |
| 11 | 33 | 24 | 35 | 7 | 36 | 19 | 23 | 16 | 48 |
| 12 | 32 | 23 | 33 | 56 | 37 | 19 | 6 | 16 | 20 |
| 13 | 31 | 28 | 32 | 50 | 38 | 18 | 50 | 15 | 54 |
| 14 | 30 | 33 | 31 | 45 | 39 | 18 | 34 | 15 | 27 |
| 15 | 29 | 43 | 30 | 45 | 40 | 18 | 19 | 15 | 2 |
| 16 | 28 | 56 | 29 | 47 | 41 | 18 | 5 | 14 | 37 |
| 17 | 28 | 11 | 28 | 52 | 42 | 17 | 51 | 14 | 13 |
| 18 | 27 | 29 | 28 | 0 | 43 | 17 | 38 | 13 | 49 |
| 19 | 26 | 49 | 27 | 10 | 44 | 17 | 25 | 13 | 25 |
| 20 | 26 | 11 | 26 | 21 | 45 | 17 | 12 | 13 | 2 |
| 21 | 25 | 35 | 25 | 35 | 46 | 17 | 1 | 12 | 40 |
| 22 | 25 | 1 | 24 | 51 | 47 | 16 | 50 | 12 | 18 |
| 23 | 24 | 29 | 24 | 9 | 48 | 16 | 39 | 11 | 56 |
| 24 | 23 | 58 | 23 | 27 | 49 | 16 | 29 | 11 | 35 |
| 25 | 23 | 29 | 22 | 48 | 50 | 16 | 19 | 11 | 14 |

| مقنطرات عرض كا ساعاته يج يح | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | يو | ى | ى | ند | عا | يد | د | د | نه |
| نب | يو | ا | ى | لد | عب | يد | ة | د | لح |
| نج | يه | نب | ى | يد | عج | يج | نز | د | كب |
| ند | يه | مج | ط | ند | عد | يج | ند | د | و |
| نه | يه | له | ط | له | عه | يج | نا | ج | ن |
| نو | يه | كز | ط | يه | عو | يج | مح | ج | لد |
| نز | يه | يط | ح | نو | عز | يج | مو | ج | يط |
| نح | يه | يب | ح | لح | عح | يج | مج | ج | ج |
| نط | يه | ه | ح | يط | عط | يج | ما | ب | مح |
| س | يد | نح | ح | ا | ف | يج | لح | ب | لب |
| سا | يد | نب | ز | مج | فا | يج | لو | ب | يو |
| سب | يد | مو | ز | كه | فب | يج | له | ب | ا |
| سج | يد | ما | ز | ح | فج | يج | لد | ا | مو |
| سد | يد | له | و | نا | فد | يج | لج | ا | لا |
| سه | يد | ل | و | لد | فه | يج | لب | ا | يو |
| سو | يد | كه | و | يز | فو | يج | لا | ا | ة |
| سز | يد | ك | و | ة | فز | يج | لا | ة | مه |
| سح | يد | يو | ه | مد | فح | يج | لا | ة | ل |
| سط | يد | يب | ه | كح | فط | يج | لا | ة | يه |
| ع | يد | ح | ه | يا | ص | يج | لا | ة | ة |

1 مط ] مو B, يط D 3 م ] ه T 9 مب ] مط T 12 لج ] كد BT لح ] *illeg.* D نو ] بو
C 13 لح ] كر* BT 17 نب ] س C 29 لج ] كب BT 38 ن ] مط BT ند ] نج B 40
يط ] مط C, ط B 42 يج ] *illeg.* D 45 يب ] مج BT 54 ند ] نج B 55 له[1] ] لد BT
له[2] ] لد BT 56 كز ] كو BT 57 نو ] نز T 58 لح ] لز B 62 كه ] كد B 66 كه ] كو T
68 مد ] مب B 77 مو ] مد BT يط ] مج BT 79 ما ] م BT مج ] مر BT 85 يو ] ه
BT 87 مه ] لب T 88 ل ] لد T 89 يه ] ه T



| Almucantars of Latitude 21: hours 13;18 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 16 | 10 | 10 | 54 | 71 | 14 | 4 | 4 | 55 |
| 52 | 16 | 1 | 10 | 34 | 72 | 14 | 0 | 4 | 38 |
| 53 | 15 | 52 | 10 | 14 | 73 | 13 | 57 | 4 | 22 |
| 54 | 15 | 43 | 9 | 54 | 74 | 13 | 54 | 4 | 6 |
| 55 | 15 | 35 | 9 | 35 | 75 | 13 | 51 | 3 | 50 |
| 56 | 15 | 27 | 9 | 15 | 76 | 13 | 48 | 3 | 34 |
| 57 | 15 | 19 | 8 | 56 | 77 | 13 | 46 | 3 | 19 |
| 58 | 15 | 12 | 8 | 38 | 78 | 13 | 43 | 3 | 3 |
| 59 | 15 | 5 | 8 | 19 | 79 | 13 | 41 | 2 | 48 |
| 60 | 14 | 58 | 8 | 1 | 80 | 13 | 38 | 2 | 32 |
| 61 | 14 | 52 | 7 | 43 | 81 | 13 | 36 | 2 | 16 |
| 62 | 14 | 46 | 7 | 25 | 82 | 13 | 35 | 2 | 1 |
| 63 | 14 | 41 | 7 | 8 | 83 | 13 | 34 | 1 | 46 |
| 64 | 14 | 35 | 6 | 51 | 84 | 13 | 33 | 1 | 31 |
| 65 | 14 | 30 | 6 | 34 | 85 | 13 | 32 | 1 | 16 |
| 66 | 14 | 25 | 6 | 17 | 86 | 13 | 31 | 1 | 0 |
| 67 | 14 | 20 | 6 | 0 | 87 | 13 | 31 | 0 | 45 |
| 68 | 14 | 16 | 5 | 44 | 88 | 13 | 31 | 0 | 30 |
| 69 | 14 | 12 | 5 | 28 | 89 | 13 | 31 | 0 | 15 |
| 70 | 14 | 8 | 5 | 11 | 90 | 13 | 31 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض كب ساعاته يج كب | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | مح | لح | نب | كز | | | | | |
| ا | مو | كح | ن | و | كو | كب | كد | كا | مج |
| ب | مد | كط | مز | نز | كز | كا | نط | كا | ح |
| ج | مب | م | مه | نز | كح | كا | له | ك | لد |
| د | ما | ة | مد | ز | كط | كا | يب | ك | ة |
| ه | لط | كز | مب | كج | ل | ك | مط | يط | كز |
| و | لح | ا | م | مز | لا | ك | كط | يح | نو |
| ز | لو | مب | لط | يز | لب | ك | ح | يح | كه |
| ح | له | كز | لز | نب | لج | يط | مط | يز | نه |
| ط | لد | يط | لو | لج | لد | يط | ل | يز | كو |
| ى | لج | يد | له | يح | له | يط | يب | يو | نح |
| يا | لب | يج | لد | ز | لو | يح | نو | يو | لا |
| يب | لا | يز | لج | ة | لز | يح | لط | يو | د |
| يج | ل | كج | لا | نو | لح | يح | كد | يه | لح |
| يد | كط | لج | ل | نه | لط | يح | ح | يه | يب |
| يه | كح | مه | كط | نز | م | يز | ند | يد | مز |
| يو | كح | ة | كط | ب | ما | يز | م | يد | كج |
| يز | كز | يط | كح | ط | مب | يز | كز | يج | نط |
| يح | كو | لط | كز | ك | مج | يز | يد | يج | لو |
| يط | كو | ا | كو | لب | مد | يز | ب | يج | يج |
| ك | كه | كو | كه | مو | مه | يو | ن | يب | ن |
| كا | كد | نا | كه | ا | مو | يو | لط | يب | كط |
| كب | كد | يط | كد | يط | مز | يو | كح | يب | ز |
| كج | كج | مح | كج | لح | مح | يو | يح | يا | مو |
| كد | كج | يط | كب | نط | مط | يو | ح | يا | كه |
| كه | كب | نا | كب | ك | ن | يه | نح | يا | د |



| Almucantars of Latitude 22: hours 13;22 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 48 | 38 | 52 | 27 | | | | | |
| 1 | 46 | 28 | 50 | 6 | 26 | 22 | 24 | 21 | 43 |
| 2 | 44 | 29 | 47 | 57 | 27 | 21 | 59 | 21 | 8 |
| 3 | 42 | 40 | 45 | 57 | 28 | 21 | 35 | 20 | 34 |
| 4 | 41 | 0 | 44 | 7 | 29 | 21 | 12 | 20 | 0 |
| 5 | 39 | 27 | 42 | 23 | 30 | 20 | 49 | 19 | 27 |
| 6 | 38 | 1 | 40 | 47 | 31 | 20 | 29 | 18 | 56 |
| 7 | 36 | 42 | 39 | 17 | 32 | 20 | 8 | 18 | 25 |
| 8 | 35 | 27 | 37 | 52 | 33 | 19 | 49 | 17 | 55 |
| 9 | 34 | 19 | 36 | 33 | 34 | 19 | 30 | 17 | 26 |
| 10 | 33 | 14 | 35 | 18 | 35 | 19 | 12 | 16 | 58 |
| 11 | 32 | 13 | 34 | 7 | 36 | 18 | 56 | 16 | 31 |
| 12 | 31 | 17 | 33 | 0 | 37 | 18 | 39 | 16 | 4 |
| 13 | 30 | 23 | 31 | 56 | 38 | 18 | 24 | 15 | 38 |
| 14 | 29 | 33 | 30 | 55 | 39 | 18 | 8 | 15 | 12 |
| 15 | 28 | 45 | 29 | 57 | 40 | 17 | 54 | 14 | 47 |
| 16 | 28 | 0 | 29 | 2 | 41 | 17 | 40 | 14 | 23 |
| 17 | 27 | 19 | 28 | 9 | 42 | 17 | 27 | 13 | 59 |
| 18 | 26 | 39 | 27 | 20 | 43 | 17 | 14 | 13 | 36 |
| 19 | 26 | 1 | 26 | 32 | 44 | 17 | 2 | 13 | 13 |
| 20 | 25 | 26 | 25 | 46 | 45 | 16 | 50 | 12 | 50 |
| 21 | 24 | 51 | 25 | 1 | 46 | 16 | 39 | 12 | 29 |
| 22 | 24 | 19 | 24 | 19 | 47 | 16 | 28 | 12 | 7 |
| 23 | 23 | 48 | 23 | 38 | 48 | 16 | 18 | 11 | 46 |
| 24 | 23 | 19 | 22 | 59 | 49 | 16 | 8 | 11 | 25 |
| 25 | 22 | 51 | 22 | 20 | 50 | 15 | 58 | 11 | 4 |

| مقنطرات عرض كب ساعاته يج كب | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| أنصاف الأقطار | | أبعاد المراكز | | عدد | أنصاف الأقطار | | أبعاد المراكز | | عدد |
| نا | د | مح | يج | عا | مه | ى | ن | يه | نا |
| له | د | مد | يج | عب | كد | ى | م | يه | نب |
| يط | د | ما | يج | عج | ه | ى | لب | يه | نج |
| ج | د | لح | يج | عد | مو | ط | كد | يه | ند |
| مح | ج | لو | يج | عه | كز | ط | يو | يه | نه |
| لب | ج | لج | يج | عو | ح | ط | ح | يه | نو |
| يو | ج | ل | يج | عز | مط | ح | ا | يه | نز |
| ا | ج | كح | يج | عح | لا | ح | ند | يد | نح |
| مو | ب | كو | يج | عط | يج | ح | مز | يد | نط |
| لا | ب | كد | يج | ف | نه | ز | ما | يد | س |
| يه | ب | كب | يج | فا | لز | ز | لد | يد | سا |
| ة | ب | ك | يج | فب | يط | ز | كح | يد | سب |
| مه | ا | يط | يج | فج | ب | ز | كج | يد | سج |
| ل | ا | يح | يج | فد | مه | و | يح | يد | سد |
| يه | ا | يز | يج | فه | كط | و | يج | يد | سه |
| ة | ا | يو | يج | فو | يب | و | ح | يد | سو |
| مه | ة | يو | يج | فز | نه | ه | ج | يد | سز |
| ل | ة | يو | يج | فح | لط | ه | نط | يج | سح |
| يه | ة | يو | يج | فط | كج | ه | نه | يج | سط |
| ة | ة | يو | يج | ص | ز | ه | نا | يج | ع |

1 كح ] كج D 2 مز ] مر T نز ] بر CBD 7 مب ] ما BT 8 نب ] ب B 9 لج ] يج T
11 يج ] ند BT 12 يز ] نز T 13 نو ] بو B 14 لج ] لب BT 15 نز ] بر CBD 16 ة ]
ا BT 20 كو ] كه BT 22 يط² ] لط B 24 يط ] مط B 25 نا CD 26 يج ] *in corr.*
D 28 لد ] ل B 29 يب ] بر T 31 كط ] كح BT نو ] نر T 32 ك ] لط T نح ] ح T
كه ] له T 33 نه ] ند D 35 يب ] نط T 36 نو ] له B, نه T 38 كد ] لج B, كح T 40
مز ] لو B 43 لو يج ] *lac.* T 44 يج يج ] *lac.* T 45 ن يب ] *lac.* T 46 كط ] كح BT



| Almucantars of Latitude 22: | | hours 13;22 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 15 | 50 | 10 | 45 | 71 | 13 | 48 | 4 | 51 |
| 52 | 15 | 40 | 10 | 24 | 72 | 13 | 44 | 4 | 35 |
| 53 | 15 | 32 | 10 | 5 | 73 | 13 | 41 | 4 | 19 |
| 54 | 15 | 24 | 9 | 46 | 74 | 13 | 38 | 4 | 3 |
| 55 | 15 | 16 | 9 | 27 | 75 | 13 | 36 | 3 | 48 |
| 56 | 15 | 8 | 9 | 8 | 76 | 13 | 33 | 3 | 32 |
| 57 | 15 | 1 | 8 | 49 | 77 | 13 | 30 | 3 | 16 |
| 58 | 14 | 54 | 8 | 31 | 78 | 13 | 28 | 3 | 1 |
| 59 | 14 | 47 | 8 | 13 | 79 | 13 | 26 | 2 | 46 |
| 60 | 14 | 41 | 7 | 55 | 80 | 13 | 24 | 2 | 31 |
| 61 | 14 | 34 | 7 | 37 | 81 | 13 | 22 | 2 | 15 |
| 62 | 14 | 28 | 7 | 19 | 82 | 13 | 20 | 2 | 0 |
| 63 | 14 | 23 | 7 | 2 | 83 | 13 | 19 | 1 | 45 |
| 64 | 14 | 18 | 6 | 45 | 84 | 13 | 18 | 1 | 30 |
| 65 | 14 | 13 | 6 | 29 | 85 | 13 | 17 | 1 | 15 |
| 66 | 14 | 8 | 6 | 12 | 86 | 13 | 16 | 1 | 0 |
| 67 | 14 | 3 | 5 | 55 | 87 | 13 | 16 | 0 | 45 |
| 68 | 13 | 59 | 5 | 39 | 88 | 13 | 16 | 0 | 30 |
| 69 | 13 | 55 | 5 | 23 | 89 | 13 | 16 | 0 | 15 |
| 70 | 13 | 51 | 5 | 7 | 90 | 13 | 16 | 0 | 0 |

48 مو ] *in corr.* B 49 كه ] كد D 50 نح ] نو C 51 ن ] مط BT 55 كز ] كو B 57
مط ] نط D 60 ما ] م BT نه ] به C 61 لد ] لر T 65 كط ] كح B, كج T 70 ز ] ن B
75 مح ] يج D 79 مو ] مه BT 80 لا ] ل BT 83 مه ] مو D 89 يه ] نه B

| مقنطرات عرض كج ساعاته يج كز | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | مو | يز | ن | يز | | | | | |
| ا | مد | يط | مح | ح | كو | كا | مط | كا | يح |
| ب | مب | ل | مو | ح | كز | كا | كد | ك | مج |
| ج | م | مط | مد | يز | كح | كا | ا | ك | ي |
| د | لط | يز | مب | لد | كط | ك | لط | يط | لز |
| ه | لز | نا | م | نح | ل | ك | يح | يط | و |
| و | لو | لا | لط | كح | لا | يط | نح | يح | لو |
| ز | له | يز | لح | ج | لب | يط | لط | يح | و |
| ح | لد | ح | لو | مج | لج | يط | ك | يز | لز |
| ط | لج | ج | له | كح | لد | يط | ج | يز | ط |
| ي | لب | ج | لد | يز | له | يح | مه | يو | ما |
| يا | لا | ز | لج | يا | لو | يح | كط | يو | يه |
| يب | ل | يب | لب | و | لز | يح | يد | يه | مط |
| يج | كط | كج | لا | و | لح | يز | نح | يه | كج |
| يد | كح | له | ل | ح | لط | يز | مد | يد | نح |
| يه | كز | ن | كط | يب | م | يز | ل | يد | لد |
| يو | كز | ح | كح | ك | ما | يز | يز | يد | ي |
| يز | كو | كح | كز | ل | مب | يز | ج | يج | مو |
| يح | كه | نا | كو | مب | مج | يو | نا | يج | كج |
| يط | كه | يه | كه | نو | مد | يو | لط | يج | ا |
| ك | كد | ما | كه | يب | مه | يو | كط | يب | م |
| كا | كد | ط | كد | كط | مو | يو | يح | يب | يح |
| كب | كج | لح | كج | مح | مز | يو | ز | يا | نز |
| كج | كج | ط | كج | ط | مح | يه | نز | يا | لو |
| كد | كب | ما | كب | لا | مط | يه | مز | يا | يه |
| كه | كب | يد | كا | ند | ن | يه | لح | ي | نه |



| Almucantars of Latitude 23: hours 13;27 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 46 | 17 | 50 | 17 | | | | | |
| 1 | 44 | 19 | 48 | 8 | 26 | 21 | 49 | 21 | 18 |
| 2 | 42 | 30 | 46 | 8 | 27 | 21 | 24 | 20 | 43 |
| 3 | 40 | 49 | 44 | 17 | 28 | 21 | 1 | 20 | 10 |
| 4 | 39 | 17 | 42 | 34 | 29 | 20 | 39 | 19 | 37 |
| 5 | 37 | 51 | 40 | 58 | 30 | 20 | 18 | 19 | 6 |
| 6 | 36 | 31 | 39 | 28 | 31 | 19 | 58 | 18 | 36 |
| 7 | 35 | 17 | 38 | 3 | 32 | 19 | 39 | 18 | 6 |
| 8 | 34 | 8 | 36 | 43 | 33 | 19 | 20 | 17 | 37 |
| 9 | 33 | 3 | 35 | 28 | 34 | 19 | 3 | 17 | 9 |
| 10 | 32 | 3 | 34 | 17 | 35 | 18 | 45 | 16 | 41 |
| 11 | 31 | 7 | 33 | 11 | 36 | 18 | 29 | 16 | 15 |
| 12 | 30 | 12 | 32 | 6 | 37 | 18 | 14 | 15 | 49 |
| 13 | 29 | 23 | 31 | 6 | 38 | 17 | 58 | 15 | 23 |
| 14 | 28 | 35 | 30 | 8 | 39 | 17 | 44 | 14 | 58 |
| 15 | 27 | 50 | 29 | 12 | 40 | 17 | 30 | 14 | 34 |
| 16 | 27 | 8 | 28 | 20 | 41 | 17 | 17 | 14 | 10 |
| 17 | 26 | 28 | 27 | 30 | 42 | 17 | 3 | 13 | 46 |
| 18 | 25 | 51 | 26 | 42 | 43 | 16 | 51 | 13 | 23 |
| 19 | 25 | 15 | 25 | 56 | 44 | 16 | 39 | 13 | 1 |
| 20 | 24 | 41 | 25 | 12 | 45 | 16 | 29 | 12 | 40 |
| 21 | 24 | 9 | 24 | 29 | 46 | 16 | 18 | 12 | 18 |
| 22 | 23 | 38 | 23 | 48 | 47 | 16 | 7 | 11 | 57 |
| 23 | 23 | 9 | 23 | 9 | 48 | 15 | 57 | 11 | 36 |
| 24 | 22 | 41 | 22 | 31 | 49 | 15 | 47 | 11 | 15 |
| 25 | 22 | 14 | 21 | 54 | 50 | 15 | 38 | 10 | 55 |

| مقنطرات عرض كج ساعاته يج كز | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | يه | كط | ى | له | عا | يج | لا | د | مز |
| نب | يه | كا | ى | يو | عب | يج | كح | د | لا |
| نج | يه | يج | ط | نز | عج | يج | كه | د | يو |
| ند | يه | ه | ط | لح | عد | يج | كب | د | ة |
| نه | يد | نز | ط | يط | عه | يج | ك | ج | مه |
| نو | يد | مط | ط | ة | عو | يج | يح | ج | ل |
| نز | يد | مب | ح | مب | عز | يج | يه | ج | يد |
| نح | يد | لو | ح | كد | عح | يج | يج | ب | نط |
| نط | يد | كط | ح | و | عط | يج | يا | ب | مد |
| س | يد | كج | ز | مط | ف | يج | ط | ب | كط |
| سا | يد | يز | ز | لا | فا | يج | ز | ب | يد |
| سب | يد | يا | ز | يد | فب | يج | و | ا | نط |
| سج | يد | و | و | نز | فج | يج | د | ا | مد |
| سد | يد | ا | و | م | فد | يج | ج | ا | كط |
| سه | يج | نز | و | كد | فه | يج | ب | ا | يد |
| سو | يج | نب | و | ح | فو | يج | ب | ا | ة |
| سز | يج | مز | ه | نا | فز | يج | ا | ة | مه |
| سح | يج | مج | ه | له | فح | يج | ا | ة | ل |
| سط | يج | لط | ه | يط | فط | يج | ا | ة | يه |
| ع | يج | له | ه | ج | ص | يج | ة | ة | ة |

[tit.] كز] كو D 0 يز[2]] نز D 7 له] لد T 9 كح] كج CD 11 ز] د D 12 يب] نب
CD, كج BT 15 ن] ر B 18 نا] ىا BT 19 يه] ه BT نو] بو C 25 يد] ر B
ند] نه B 27 كد] in corr. T كج] لح B 28 ى] ط BT 35 مه] مو BT ما] مب
BT 36 كط] ل BT 38 نح] نط BT 39 نح] كج CD 40 لد] لح B, كج T 41 يز[2]]
بو BT ى] ط BT 43 نا] ىا D 44 لط] م BT 48 نز] ر B 53 نز] ر C 54 لح]
كجB 61 يز] لر B 63 نز] نو T 65 نز] نو B كد] كج BT 66 نب] نا BT ح] ر
BT 67 مز] مو B 75 مه] مد B 83 مد] مه T 85 يد] يه B 90 ة[1]] ا BT



| Almucantars of Latitude 23: hours 13;27 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 15 | 29 | 10 | 35 | 71 | 13 | 31 | 4 | 47 |
| 52 | 15 | 21 | 10 | 16 | 72 | 13 | 28 | 4 | 31 |
| 53 | 15 | 13 | 9 | 57 | 73 | 13 | 25 | 4 | 16 |
| 54 | 15 | 5 | 9 | 38 | 74 | 13 | 22 | 4 | 0 |
| 55 | 14 | 57 | 9 | 19 | 75 | 13 | 20 | 3 | 45 |
| 56 | 14 | 49 | 9 | 0 | 76 | 13 | 18 | 3 | 30 |
| 57 | 14 | 42 | 8 | 42 | 77 | 13 | 15 | 3 | 14 |
| 58 | 14 | 36 | 8 | 24 | 78 | 13 | 13 | 2 | 59 |
| 59 | 14 | 29 | 8 | 6 | 79 | 13 | 11 | 2 | 44 |
| 60 | 14 | 23 | 7 | 49 | 80 | 13 | 9 | 2 | 29 |
| 61 | 14 | 17 | 7 | 31 | 81 | 13 | 7 | 2 | 14 |
| 62 | 14 | 11 | 7 | 14 | 82 | 13 | 6 | 1 | 59 |
| 63 | 14 | 6 | 6 | 57 | 83 | 13 | 4 | 1 | 44 |
| 64 | 14 | 1 | 6 | 40 | 84 | 13 | 3 | 1 | 29 |
| 65 | 13 | 57 | 6 | 24 | 85 | 13 | 2 | 1 | 14 |
| 66 | 13 | 52 | 6 | 8 | 86 | 13 | 2 | 1 | 0 |
| 67 | 13 | 47 | 5 | 51 | 87 | 13 | 1 | 0 | 45 |
| 68 | 13 | 43 | 5 | 35 | 88 | 13 | 1 | 0 | 30 |
| 69 | 13 | 39 | 5 | 19 | 89 | 13 | 1 | 0 | 15 |
| 70 | 13 | 35 | 5 | 3 | 90 | 13 | 0 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض كد ساعاته يج لا | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | مد | ط | مح | يه | | | | | |
| ا | مب | يط | مو | يط | كو | كا | يد | ك | ند |
| ب | م | لط | مد | كح | كز | ك | نا | ك | ك |
| ج | لط | و | مب | مد | كح | ك | كط | يط | مح |
| د | لز | م | ما | ح | كط | ك | ح | يط | يز |
| ه | لو | كا | لط | لح | ل | يط | مح | يح | مو |
| و | له | و | لح | يج | لا | يط | كح | يح | يو |
| ز | لج | نح | لو | ند | لب | يط | ط | يز | مز |
| ح | لب | نج | له | لط | لج | يح | نب | يز | يط |
| ط | لا | نج | لد | كح | لد | يح | له | يو | نب |
| ى | ل | نو | لج | كا | له | يح | يط | يو | كه |
| يا | ل | ب | لب | يو | لو | يح | ج | يه | نط |
| يب | كط | يب | لا | يو | لز | يز | مح | يه | لد |
| يج | كح | كد | ل | يح | لح | يز | لد | يه | ط |
| يد | كز | لط | كط | كب | لط | يز | يط | يد | مد |
| يه | كو | نز | كح | ل | م | يز | و | يد | ك |
| يو | كو | يح | كز | م | ما | يو | نج | يج | نز |
| يز | كه | م | كو | نب | مب | يو | ما | يج | لد |
| يح | كه | د | كو | و | مج | يو | كط | يج | يب |
| يط | كد | لا | كه | كب | مد | يو | يح | يب | ن |
| ك | كج | نح | كد | لط | مه | يو | ز | يب | كط |
| كا | كج | كز | كج | نح | مو | يه | نز | يب | ح |
| كب | كب | نط | كج | يط | مز | يه | مز | يا | مز |
| كج | كب | لا | كب | ما | مح | يه | لو | يا | كو |
| كد | كب | د | كب | د | مط | يه | كز | يا | و |
| كه | كا | لح | كا | كح | ن | يه | يح | ى | مو |



| Almucantars of Latitude 24: hours 13;31 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 44 | 9 | 48 | 15 | | | | | |
| 1 | 42 | 19 | 46 | 19 | 26 | 21 | 14 | 20 | 54 |
| 2 | 40 | 39 | 44 | 28 | 27 | 20 | 51 | 20 | 20 |
| 3 | 39 | 6 | 42 | 44 | 28 | 20 | 29 | 19 | 48 |
| 4 | 37 | 40 | 41 | 8 | 29 | 20 | 8 | 19 | 17 |
| 5 | 36 | 21 | 39 | 38 | 30 | 19 | 48 | 18 | 46 |
| 6 | 35 | 6 | 38 | 13 | 31 | 19 | 28 | 18 | 16 |
| 7 | 33 | 58 | 36 | 54 | 32 | 19 | 9 | 17 | 47 |
| 8 | 32 | 53 | 35 | 39 | 33 | 18 | 52 | 17 | 19 |
| 9 | 31 | 53 | 34 | 28 | 34 | 18 | 35 | 16 | 52 |
| 10 | 30 | 56 | 33 | 21 | 35 | 18 | 19 | 16 | 25 |
| 11 | 30 | 2 | 32 | 16 | 36 | 18 | 3 | 15 | 59 |
| 12 | 29 | 12 | 31 | 16 | 37 | 17 | 48 | 15 | 34 |
| 13 | 28 | 24 | 30 | 18 | 38 | 17 | 34 | 15 | 9 |
| 14 | 27 | 39 | 29 | 22 | 39 | 17 | 19 | 14 | 44 |
| 15 | 26 | 57 | 28 | 30 | 40 | 17 | 6 | 14 | 20 |
| 16 | 26 | 18 | 27 | 40 | 41 | 16 | 53 | 13 | 57 |
| 17 | 25 | 40 | 26 | 52 | 42 | 16 | 41 | 13 | 34 |
| 18 | 25 | 4 | 26 | 6 | 43 | 16 | 29 | 13 | 12 |
| 19 | 24 | 31 | 25 | 22 | 44 | 16 | 18 | 12 | 50 |
| 20 | 23 | 58 | 24 | 39 | 45 | 16 | 7 | 12 | 29 |
| 21 | 23 | 27 | 23 | 58 | 46 | 15 | 57 | 12 | 8 |
| 22 | 22 | 59 | 23 | 19 | 47 | 15 | 47 | 11 | 47 |
| 23 | 22 | 31 | 22 | 41 | 48 | 15 | 36 | 11 | 26 |
| 24 | 22 | 4 | 22 | 4 | 49 | 15 | 27 | 11 | 6 |
| 25 | 21 | 38 | 21 | 28 | 50 | 15 | 18 | 10 | 46 |

| مقنطرات عرض كد ساعاته يج لا | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | |
| نا | يه | ى | ى | كز | عا | يج | يو | د | مد | |
| نب | يه | ب | ى | ح | عب | يج | يج | د | كط | |
| نج | يد | ند | ط | مط | عج | يج | ى | د | يج | |
| ند | يد | مو | ط | ل | عد | يج | ز | ج | نح | |
| نه | يد | لح | ط | يا | عه | يج | د | ج | مب | |
| نو | يد | لا | ح | نج | عو | يج | ب | ج | كز | |
| نز | يد | كد | ح | له | عز | يج | ة | ج | يب | |
| نح | يد | يج | ح | يج | عح | يب | نح | ب | نز | |
| نط | يد | يب | ح | ة | عط | يب | نو | ب | مب | |
| س | يد | و | ز | نج | ف | يب | ند | ب | كز | |
| سا | يد | ة | ز | كو | فا | يب | نب | ب | يب | |
| سب | يج | نه | ز | ط | فب | يب | ن | ا | نز | |
| سج | يج | ن | و | نب | فج | يب | مط | ا | مب | |
| سد | يج | مه | و | لو | فد | يب | مح | ا | كح | |
| سه | يج | م | و | يط | فه | يب | مح | ا | يد | |
| سو | يج | لو | و | ج | فو | يب | مز | ة | نط | |
| سز | يج | لا | ه | مز | فز | يب | مو | ة | مد | |
| سح | يج | كز | ه | لا | فح | يب | مو | ة | ل | |
| سط | يج | كج | ه | يه | فط | يب | مو | ة | يه | |
| ع | يج | ك | ه | ة | ص | يب | مو | ة | ة | |

[tit.] الاقليم الثانى *supra* C 0 يه ] نط* BT 3 مد ] مب CD 6 و ] ر T 7 نج ] نح
BD ند ] بد BT 8 نج ] لح CD, يج B 9 نج ] يج B 15 نز ] يج CBD 17 نب ] م D
19 لا ] ل B 20 نج ] نح B 21 كز ] كح BT 22 نط ] بط B 26 ند ] يج B 28 كط ] ط
B 32 مز ] مو T 37 مح ] يج B 38 لد ] لح BT 45 يو ] يه B ز ] ن B 48 لو ] لز BT
53 مط ] لط B 56 ح ] ط B 58 يح[2] ] ير B 60 ز ] و B 61 كو ] بو CD 63 نب ] نز
CD 64 لو ] كو D 76 كز ] كد B 81 نب ] س C 83 مب ] يج BT 85 يد ] يه B



| Almucantars of Latitude 24: hours 13;31 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 15 | 10 | 10 | 27 | 71 | 13 | 16 | 4 | 44 |
| 52 | 15 | 2 | 10 | 8 | 72 | 13 | 13 | 4 | 29 |
| 53 | 14 | 54 | 9 | 49 | 73 | 13 | 10 | 4 | 13 |
| 54 | 14 | 46 | 9 | 30 | 74 | 13 | 7 | 3 | 58 |
| 55 | 14 | 38 | 9 | 11 | 75 | 13 | 4 | 3 | 42 |
| 56 | 14 | 31 | 8 | 53 | 76 | 13 | 2 | 3 | 27 |
| 57 | 14 | 24 | 8 | 35 | 77 | 13 | 0 | 3 | 12 |
| 58 | 14 | 18 | 8 | 18 | 78 | 12 | 58 | 2 | 57 |
| 59 | 14 | 12 | 8 | 0 | 79 | 12 | 56 | 2 | 42 |
| 60 | 14 | 6 | 7 | 43 | 80 | 12 | 54 | 2 | 27 |
| 61 | 14 | 0 | 7 | 26 | 81 | 12 | 52 | 2 | 12 |
| 62 | 13 | 55 | 7 | 9 | 82 | 12 | 50 | 1 | 57 |
| 63 | 13 | 50 | 6 | 52 | 83 | 12 | 49 | 1 | 42 |
| 64 | 13 | 45 | 6 | 36 | 84 | 12 | 48 | 1 | 28 |
| 65 | 13 | 40 | 6 | 19 | 85 | 12 | 48 | 1 | 14 |
| 66 | 13 | 36 | 6 | 3 | 86 | 12 | 47 | 0 | 59 |
| 67 | 13 | 31 | 5 | 47 | 87 | 12 | 46 | 0 | 44 |
| 68 | 13 | 27 | 5 | 31 | 88 | 12 | 46 | 0 | 30 |
| 69 | 13 | 23 | 5 | 15 | 89 | 12 | 46 | 0 | 15 |
| 70 | 13 | 20 | 5 | 0 | 90 | 12 | 46 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض كه ساعاته يحـ له | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | مب | ح | مو | كط | | | | | |
| ا | م | كط | مد | لط | كو | ك | م | ك | ل |
| ب | لح | نه | مب | نه | كز | ك | يح | يط | نح |
| حـ | لز | ل | ما | يط | كح | يط | نح | يط | كز |
| د | لو | ى | لط | مح | كط | يط | لح | يح | نز |
| ه | لد | نو | لح | كد | ل | يط | يح | يح | كز |
| و | لحـ | مز | لز | د | لا | يط | ة | يز | نح |
| ز | لب | مب | له | مط | لب | يح | مب | يز | ل |
| ح | لا | مب | لد | لح | لحـ | يح | كد | يز | ب |
| ط | ل | مه | لحـ | لا | لد | يح | ح | يو | له |
| ى | كط | نب | لب | كز | له | يز | نب | يو | ط |
| يا | كط | ب | لا | كز | لو | يز | لز | يه | محـ |
| يب | كح | يد | ل | كح | لز | يز | كحـ | يه | يط |
| يحـ | كز | كط | كط | لحـ | لح | يز | ط | يد | نه |
| يد | كو | مز | كح | ما | لط | يو | نو | يد | لا |
| يه | كو | ح | كز | نا | م | يو | مب | يد | ز |
| يو | كه | ل | كز | حـ | ما | يو | ل | يحـ | مد |
| يز | كد | ند | كو | يو | مب | يو | يح | يحـ | كب |
| يح | كد | ك | كه | لب | محـ | يو | ز | يحـ | ة |
| يط | كحـ | مح | كد | ن | مد | يه | نو | يب | لط |
| ك | كحـ | يح | كد | ط | مه | يه | مو | يب | يح |
| كا | كب | مح | كحـ | كط | مو | يه | له | يا | نز |
| كب | كب | ك | كب | نا | مز | يه | كو | يا | لز |
| كحـ | كا | ند | كب | يد | مح | يه | يز | يا | يز |
| كد | كا | كح | كا | لح | مط | يه | ز | ى | نز |
| كه | كا | د | كا | د | ن | يد | نط | ى | لح |



| Almucantars of Latitude 25: hours 13;35 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 42 | 8 | 46 | 29 | | | | | |
| 1 | 40 | 29 | 44 | 39 | 26 | 20 | 40 | 20 | 30 |
| 2 | 38 | 55 | 42 | 55 | 27 | 20 | 18 | 19 | 58 |
| 3 | 37 | 30 | 41 | 19 | 28 | 19 | 58 | 19 | 27 |
| 4 | 36 | 10 | 39 | 48 | 29 | 19 | 38 | 18 | 57 |
| 5 | 34 | 56 | 38 | 24 | 30 | 19 | 18 | 18 | 27 |
| 6 | 33 | 47 | 37 | 4 | 31 | 19 | 0 | 17 | 58 |
| 7 | 32 | 42 | 35 | 49 | 32 | 18 | 42 | 17 | 30 |
| 8 | 31 | 42 | 34 | 38 | 33 | 18 | 24 | 17 | 2 |
| 9 | 30 | 45 | 33 | 31 | 34 | 18 | 8 | 16 | 35 |
| 10 | 29 | 52 | 32 | 27 | 35 | 17 | 52 | 16 | 9 |
| 11 | 29 | 2 | 31 | 27 | 36 | 17 | 37 | 15 | 43 |
| 12 | 28 | 14 | 30 | 28 | 37 | 17 | 23 | 15 | 19 |
| 13 | 27 | 29 | 29 | 33 | 38 | 17 | 9 | 14 | 55 |
| 14 | 26 | 47 | 28 | 41 | 39 | 16 | 56 | 14 | 31 |
| 15 | 26 | 8 | 27 | 51 | 40 | 16 | 42 | 14 | 7 |
| 16 | 25 | 30 | 27 | 3 | 41 | 16 | 30 | 13 | 44 |
| 17 | 24 | 54 | 26 | 16 | 42 | 16 | 18 | 13 | 22 |
| 18 | 24 | 20 | 25 | 32 | 43 | 16 | 7 | 13 | 0 |
| 19 | 23 | 48 | 24 | 50 | 44 | 15 | 56 | 12 | 39 |
| 20 | 23 | 18 | 24 | 9 | 45 | 15 | 46 | 12 | 18 |
| 21 | 22 | 48 | 23 | 29 | 46 | 15 | 35 | 11 | 57 |
| 22 | 22 | 20 | 22 | 51 | 47 | 15 | 26 | 11 | 37 |
| 23 | 21 | 54 | 22 | 14 | 48 | 15 | 17 | 11 | 17 |
| 24 | 21 | 28 | 21 | 38 | 49 | 15 | 7 | 10 | 57 |
| 25 | 21 | 4 | 21 | 4 | 50 | 14 | 59 | 10 | 38 |

| مقنطرات عرض كه ساعاته يج له | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | يد | نا | ى | يط | عا | يج | ة | د | م |
| نب | يد | مج | ى | ة | عب | يب | نز | د | كه |
| نج | يد | له | ط | ما | عج | يب | ند | د | ى |
| ند | يد | كز | ط | كب | عد | يب | نب | ج | نه |
| نه | يد | ك | ط | د | عه | يب | مط | ج | م |
| نو | يد | يج | ح | مو | عو | يب | مز | ج | كه |
| نز | يد | ز | ح | كط | عز | يب | مه | ج | ى |
| نح | يد | ة | ح | يا | عح | يب | مج | ب | نه |
| نط | يج | ند | ز | ند | عط | يب | ما | ب | م |
| س | يج | مط | ز | لز | ف | يب | لط | ب | كه |
| سا | يج | مج | ز | ك | فا | يب | لز | ب | ى |
| سب | يج | لح | ز | د | فب | يب | لو | ا | نو |
| سج | يج | لج | و | مز | فج | يب | لد | ا | ما |
| سد | يج | كح | و | لا | فد | يب | لج | ا | كز |
| سه | يج | كد | و | يه | فه | يب | لج | ا | يب |
| سو | يج | ك | ه | نط | فو | يب | لب | ة | نح |
| سز | يج | يو | ه | مج | فز | يب | لب | ة | مد |
| سح | يج | يا | ه | كز | فح | يب | لا | ة | كط |
| سط | يج | ح | ه | يب | فط | يب | لا | ة | يه |
| ع | يج | د | د | نو | ص | يب | لا | ة | ة |

1 م ] ر C 2 نه[2] ] نه B 5 كد ] لد T 6 مز ] مو T 8 لح ] مج B 10 نب ] سب B 13
B طـ ] ك 22 CD ح ] يج 20 T مج ] مج 19 BT ر ] يو 17 B يا ] نا 15 T لج ] لج
نا ] يا B 25 د[1] ] ه C 29 لج ] مج B 30 يج[1] ] مج B 33 كد ] كه BT يز ] نر B 34
ح ] ى B 35 نب ] سب B 36 لز ] ر B 37 كج ] كب BT يط ] مج BT 38 طـ ] لب B,
ح T نه ] ند BT 39 نو ] مج B, نه T 42 يج ] لج C 43 ز ] د C 46 له ] لو BT 47
كو ] كر B 49 ز ] ح BT 54 كز ] كو B 59 ند[1] ] نه C 62 د ] ج BT 68 كز ] كب
B 70 نو ] مو B 76 مز ] مو T 81 ب ] ا C 83 لد ] له T 84 كز ] كو T 85 لج ] لب
BT 86 لب ] لا T 87 لب ] لا B مد ] مج BT 89 يه ] ند BT



| Almucantars of Latitude 25: hours 13;35 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 14 | 51 | 10 | 19 | 71 | 13 | 0 | 4 | 40 |
| 52 | 14 | 43 | 10 | 0 | 72 | 12 | 57 | 4 | 25 |
| 53 | 14 | 35 | 9 | 41 | 73 | 12 | 54 | 4 | 10 |
| 54 | 14 | 27 | 9 | 22 | 74 | 12 | 52 | 3 | 55 |
| 55 | 14 | 20 | 9 | 4 | 75 | 12 | 49 | 3 | 40 |
| 56 | 14 | 13 | 8 | 46 | 76 | 12 | 47 | 3 | 25 |
| 57 | 14 | 7 | 8 | 29 | 77 | 12 | 45 | 3 | 10 |
| 58 | 14 | 0 | 8 | 11 | 78 | 12 | 43 | 2 | 55 |
| 59 | 13 | 54 | 7 | 54 | 79 | 12 | 41 | 2 | 40 |
| 60 | 13 | 49 | 7 | 37 | 80 | 12 | 39 | 2 | 25 |
| 61 | 13 | 43 | 7 | 20 | 81 | 12 | 37 | 2 | 10 |
| 62 | 13 | 38 | 7 | 4 | 82 | 12 | 36 | 1 | 56 |
| 63 | 13 | 33 | 6 | 47 | 83 | 12 | 34 | 1 | 41 |
| 64 | 13 | 28 | 6 | 31 | 84 | 12 | 33 | 1 | 27 |
| 65 | 13 | 24 | 6 | 15 | 85 | 12 | 33 | 1 | 12 |
| 66 | 13 | 20 | 5 | 59 | 86 | 12 | 32 | 0 | 58 |
| 67 | 13 | 16 | 5 | 43 | 87 | 12 | 32 | 0 | 44 |
| 68 | 13 | 11 | 5 | 27 | 88 | 12 | 31 | 0 | 29 |
| 69 | 13 | 8 | 5 | 12 | 89 | 12 | 31 | 0 | 15 |
| 70 | 13 | 4 | 4 | 56 | 90 | 12 | 31 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض كو ساعاته يج م | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | م | يز | مد | مط | | | | | |
| ا | لح | مه | مج | و | كو | ك | ح | ك | ح |
| ب | لز | ك | ما | ل | كز | يط | مز | يط | لز |
| ج | لو | ة | م | ة | كح | يط | كز | يط | ز |
| د | لد | مو | لح | له | كط | يط | ح | يح | لز |
| ه | لج | لز | لز | يه | ل | يح | مط | يح | ح |
| و | لب | لب | لو | ة | لا | يح | لا | يز | م |
| ز | لا | لا | لد | مح | لب | يح | يد | يز | يب |
| ح | ل | له | لج | مب | لج | يز | نح | يو | مو |
| ط | كط | ما | لب | لز | لد | يز | مب | يو | ك |
| ى | كح | نا | لا | لز | له | يز | كز | يه | ند |
| يا | كح | د | ل | لط | لو | يز | يج | يه | ل |
| يب | كز | يح | كط | مج | لز | يو | نط | يه | ه |
| يج | كو | لز | كح | نا | لح | يو | مو | يد | مب |
| يد | كه | نز | كح | ا | لط | يو | لب | يد | يح |
| يه | كه | يط | كز | يج | م | يو | ك | يج | نه |
| يو | كد | مد | كو | كز | ما | يو | ح | يج | لج |
| يز | كد | د | كه | مج | مب | يه | نز | يج | يا |
| يح | كج | لح | كه | ة | مج | يه | مو | يب | ن |
| يط | كج | ز | كد | يط | مد | يه | لو | يب | كط |
| ك | كب | لح | كج | م | مه | يه | كه | يب | ح |
| كا | كب | يا | كج | ب | مو | يه | يو | يا | مح |
| كب | كا | مد | كب | كه | مز | يه | و | يا | كح |
| كج | كا | يح | كا | مط | مح | يد | نز | يا | ح |
| كد | ك | ند | كا | يد | مط | يد | مط | ى | مط |
| كه | ك | ل | ك | م | ن | يد | م | ى | ل |



| Almucantars of Latitude 26: hours 13;40 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 40 | 17 | 44 | 49 | | | | | |
| 1 | 38 | 45 | 43 | 6 | 26 | 20 | 8 | 20 | 8 |
| 2 | 37 | 20 | 41 | 30 | 27 | 19 | 47 | 19 | 37 |
| 3 | 36 | 0 | 40 | 0 | 28 | 19 | 27 | 19 | 7 |
| 4 | 34 | 46 | 38 | 35 | 29 | 19 | 8 | 18 | 37 |
| 5 | 33 | 37 | 37 | 15 | 30 | 18 | 49 | 18 | 8 |
| 6 | 32 | 32 | 36 | 0 | 31 | 18 | 31 | 17 | 40 |
| 7 | 31 | 31 | 34 | 48 | 32 | 18 | 14 | 17 | 12 |
| 8 | 30 | 35 | 33 | 42 | 33 | 17 | 58 | 16 | 46 |
| 9 | 29 | 41 | 32 | 37 | 34 | 17 | 42 | 16 | 20 |
| 10 | 28 | 51 | 31 | 37 | 35 | 17 | 27 | 15 | 54 |
| 11 | 28 | 4 | 30 | 39 | 36 | 17 | 13 | 15 | 30 |
| 12 | 27 | 18 | 29 | 43 | 37 | 16 | 59 | 15 | 5 |
| 13 | 26 | 37 | 28 | 51 | 38 | 16 | 46 | 14 | 42 |
| 14 | 25 | 57 | 28 | 1 | 39 | 16 | 32 | 14 | 18 |
| 15 | 25 | 19 | 27 | 13 | 40 | 16 | 20 | 13 | 55 |
| 16 | 24 | 44 | 26 | 27 | 41 | 16 | 8 | 13 | 33 |
| 17 | 24 | 4 | 25 | 43 | 42 | 15 | 57 | 13 | 11 |
| 18 | 23 | 38 | 25 | 0 | 43 | 15 | 46 | 12 | 50 |
| 19 | 23 | 7 | 24 | 19 | 44 | 15 | 36 | 12 | 29 |
| 20 | 22 | 38 | 23 | 40 | 45 | 15 | 25 | 12 | 8 |
| 21 | 22 | 11 | 23 | 2 | 46 | 15 | 16 | 11 | 48 |
| 22 | 21 | 44 | 22 | 25 | 47 | 15 | 6 | 11 | 28 |
| 23 | 21 | 18 | 21 | 49 | 48 | 14 | 57 | 11 | 8 |
| 24 | 20 | 54 | 21 | 14 | 49 | 14 | 49 | 10 | 49 |
| 25 | 20 | 30 | 20 | 40 | 50 | 14 | 40 | 10 | 30 |

| مقنطرات عرض كو ساعاته يج م | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | يد | لب | ى | يا | عا | يب | مه | د | لز |
| نب | يد | كد | ط | نب | عب | يب | مب | د | كب |
| نج | يد | يو | ط | لج | عج | يب | لط | د | ز |
| ند | يد | ط | ط | يه | عد | يب | لو | ج | نب |
| نه | يد | ب | ح | نز | عه | يب | لد | ج | لز |
| نو | يج | نو | ح | م | عو | يب | لب | ج | كج |
| نز | يج | مط | ح | كب | عز | يب | ل | ج | ح |
| نح | يج | مج | ح | ه | عح | يب | كح | ب | نج |
| نط | يج | لز | ز | مح | عط | يب | كو | ب | لح |
| س | يج | لب | ز | لب | ف | يب | كد | ب | كج |
| سا | يج | كز | ز | يد | فا | يب | كج | ب | ط |
| سب | يج | كب | و | نط | فب | يب | كب | ا | نه |
| سج | يج | يز | و | مج | فج | يب | ك | ا | م |
| سد | يج | يج | و | كز | فد | يب | يط | ا | كو |
| سه | يج | ح | و | يا | فه | يب | يح | ا | يب |
| سو | يج | د | ه | نه | فو | يب | يح | ō | نح |
| سز | يج | ō | ه | لط | فز | يب | يز | ō | مج |
| سح | يب | نو | ه | كج | فح | يب | يو | ō | كط |
| سط | يب | نب | ه | ح | فط | يب | يو | ō | يد |
| ع | يب | مح | د | نب | ص | يب | يو | ō | ō |

8 له ] لد BT مب ] ما BT 10 نا ] ا B 12 يج ] يه T 14 نز ] ر B 17 د ] *ى BT
19 كد ] كط T يط ] نط CD 22 مد ] مه B 23 يج ] مج B 32 يز ] نو D يب ] مج BT
34 مب ] مج BT 35 كز ] كح BT ند ] نه BT 37 ه ] و BT 38 مو ] مه BT 40 يج ]
مج B نه ] يه C 42 يه ] نه C 45 كه ] كو BT 56 نو ] نه BT م ] لط BT 61 يد ]
*نه B 75 لز ] لد B 76 كج ] كب BT 77 ح ] ز BT 86 يح ] ير BT 88 كط ] كج B,
كج T



| Almucantars of Latitude 26: hours 13;40 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 14 | 32 | 10 | 11 | 71 | 12 | 45 | 4 | 37 |
| 52 | 14 | 24 | 9 | 52 | 72 | 12 | 42 | 4 | 22 |
| 53 | 14 | 16 | 9 | 33 | 73 | 12 | 39 | 4 | 7 |
| 54 | 14 | 9 | 9 | 15 | 74 | 12 | 36 | 3 | 52 |
| 55 | 14 | 2 | 8 | 57 | 75 | 12 | 34 | 3 | 37 |
| 56 | 13 | 56 | 8 | 40 | 76 | 12 | 32 | 3 | 23 |
| 57 | 13 | 49 | 8 | 22 | 77 | 12 | 30 | 3 | 8 |
| 58 | 13 | 43 | 8 | 5 | 78 | 12 | 28 | 2 | 53 |
| 59 | 13 | 37 | 7 | 48 | 79 | 12 | 26 | 2 | 38 |
| 60 | 13 | 32 | 7 | 32 | 80 | 12 | 24 | 2 | 23 |
| 61 | 13 | 27 | 7 | 14 | 81 | 12 | 23 | 2 | 9 |
| 62 | 13 | 22 | 6 | 59 | 82 | 12 | 22 | 1 | 55 |
| 63 | 13 | 17 | 6 | 43 | 83 | 12 | 20 | 1 | 40 |
| 64 | 13 | 13 | 6 | 27 | 84 | 12 | 19 | 1 | 26 |
| 65 | 13 | 8 | 6 | 11 | 85 | 12 | 18 | 1 | 12 |
| 66 | 13 | 4 | 5 | 55 | 86 | 12 | 18 | 0 | 58 |
| 67 | 13 | 0 | 5 | 39 | 87 | 12 | 17 | 0 | 43 |
| 68 | 12 | 56 | 5 | 23 | 88 | 12 | 16 | 0 | 29 |
| 69 | 12 | 52 | 5 | 8 | 89 | 12 | 16 | 0 | 14 |
| 70 | 12 | 48 | 4 | 52 | 90 | 12 | 16 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض كز ساعاته يج مد | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | لح | لد | مج | يز | | | | | |
| ا | لز | ح | ما | م | كو | يط | لز | يط | مز |
| ب | له | مط | م | ى | كز | يط | يز | يط | يز |
| ج | لد | له | لح | مه | كح | يح | نز | يح | مز |
| د | لج | كو | لز | كو | كط | يح | لح | يح | يح |
| ه | لب | كب | لو | يا | ل | يح | كا | يز | ن |
| و | لا | كا | لد | نط | لا | يح | د | يز | كج |
| ز | ل | كد | لج | نب | لب | يز | مح | يو | نو |
| ح | كط | لا | لب | مح | لج | يز | لب | يو | ل |
| ط | كح | ما | لا | مح | لد | يز | يو | يو | د |
| ى | كز | مج | ل | مط | له | يز | ب | يه | م |
| يا | كز | ح | كط | ند | لو | يو | مح | يه | يه |
| يب | كو | كز | كط | ب | لز | يو | لد | يد | نا |
| يج | كه | مز | كح | يب | لح | يو | كب | يد | كح |
| يد | كه | ى | كز | كد | لط | يو | ط | يد | ه |
| يه | كد | لد | كو | لح | م | يه | نز | يج | مج |
| يو | كج | نط | كه | مج | ما | يه | مو | يج | كا |
| يز | كج | كز | كه | ى | مب | يه | له | يج | ة |
| يح | كب | نو | كد | كط | مج | يه | كه | يب | لط |
| يط | كب | كح | كج | ن | مد | يه | يد | يب | يح |
| ك | كب | ة | كج | يب | مه | يه | ه | يا | نح |
| كا | كا | لج | كب | له | مو | يد | نه | يا | لح |
| كب | كا | ح | كا | نط | مز | يد | مز | يا | يط |
| كج | ك | مج | كا | كد | مح | يد | لح | يا | ة |
| كد | ك | ك | ك | نا | مط | يد | ل | ى | ما |
| كه | يط | نح | ك | يح | ن | يد | كب | ى | كب |



| Almucantars of Latitude 27: hours 13;44 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 38 | 34 | 43 | 17 | | | | | |
| 1 | 37 | 8 | 41 | 40 | 26 | 19 | 37 | 19 | 47 |
| 2 | 35 | 49 | 40 | 10 | 27 | 19 | 17 | 19 | 17 |
| 3 | 34 | 35 | 38 | 45 | 28 | 18 | 57 | 18 | 47 |
| 4 | 33 | 26 | 37 | 26 | 29 | 18 | 38 | 18 | 18 |
| 5 | 32 | 22 | 36 | 11 | 30 | 18 | 21 | 17 | 50 |
| 6 | 31 | 21 | 34 | 59 | 31 | 18 | 4 | 17 | 23 |
| 7 | 30 | 24 | 33 | 52 | 32 | 17 | 48 | 16 | 56 |
| 8 | 29 | 31 | 32 | 48 | 33 | 17 | 32 | 16 | 30 |
| 9 | 28 | 41 | 31 | 48 | 34 | 17 | 16 | 16 | 4 |
| 10 | 27 | 53 | 30 | 49 | 35 | 17 | 2 | 15 | 40 |
| 11 | 27 | 8 | 29 | 54 | 36 | 16 | 48 | 15 | 15 |
| 12 | 26 | 27 | 29 | 2 | 37 | 16 | 34 | 14 | 51 |
| 13 | 25 | 47 | 28 | 12 | 38 | 16 | 22 | 14 | 28 |
| 14 | 25 | 10 | 27 | 24 | 39 | 16 | 9 | 14 | 5 |
| 15 | 24 | 34 | 26 | 38 | 40 | 15 | 57 | 13 | 43 |
| 16 | 23 | 59 | 25 | 53 | 41 | 15 | 46 | 13 | 21 |
| 17 | 23 | 27 | 25 | 10 | 42 | 15 | 35 | 13 | 0 |
| 18 | 22 | 56 | 24 | 29 | 43 | 15 | 25 | 12 | 39 |
| 19 | 22 | 28 | 23 | 50 | 44 | 15 | 14 | 12 | 18 |
| 20 | 22 | 0 | 23 | 12 | 45 | 15 | 5 | 11 | 58 |
| 21 | 21 | 33 | 22 | 35 | 46 | 14 | 55 | 11 | 38 |
| 22 | 21 | 8 | 21 | 59 | 47 | 14 | 47 | 11 | 19 |
| 23 | 20 | 43 | 21 | 24 | 48 | 14 | 38 | 11 | 0 |
| 24 | 20 | 20 | 20 | 51 | 49 | 14 | 30 | 10 | 41 |
| 25 | 19 | 58 | 20 | 18 | 50 | 14 | 22 | 10 | 22 |

| مقنطرات عرض كز ساعاته يج مد | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | يد | يج | ى | ج | عا | يب | ل | د | لد |
| نب | يد | ه | ط | مد | عب | يب | كز | د | يط |
| نج | يج | نح | ط | كو | عج | يب | كد | د | د |
| ند | يج | نا | ط | ح | عد | يب | كب | ج | ن |
| نه | يج | مه | ح | نا | عه | يب | يط | ج | له |
| نو | يج | لح | ح | لج | عو | يب | يز | ج | ك |
| نز | يج | لب | ح | يو | عز | يب | يه | ج | و |
| نح | يج | كز | ح | ة | عح | يب | يج | ب | نا |
| نط | يج | كا | ز | يج | عط | يب | يب | ب | لز |
| س | يج | يه | ز | كو | ف | يب | ى | ب | كب |
| سا | يج | ى | ز | ى | فا | يب | ط | ب | ح |
| سب | يج | و | و | ند | فب | يب | ز | ا | نج |
| سج | يج | ا | و | لح | فج | يب | و | ا | لط |
| سد | يب | نو | و | كب | فد | يب | ه | ا | كه |
| سه | يب | نب | و | و | فه | يب | د | ا | يا |
| سو | يب | مح | ه | نا | فو | يب | ج | ة | نو |
| سز | يب | مد | ه | له | فز | يب | ج | ة | مج |
| سح | يب | م | ه | ك | فح | يب | ب | ة | كح |
| سط | يب | لز | ه | د | فط | يب | ب | ة | يد |
| ع | يب | لج | د | مط | ص | يب | ب | ة | ة |

2 مط ] مه D  3 له ] نه D  مه ] مو B  5 يا ] نا CB  6 نظ ] نط B  7 نب ] سب B
8 عج ] عج T  10 نج ] نج B  مط ] مد D  11 ند ] بد B  13 يب ] نب CD  16 نج ]
نج B  18 نو ] نز BT  كد ] كه B  22 ح ] ر BT  نط ] نط B  23 كد ] كه B, كط
T  24 ك[1] ] لط B, لط T  نا ] ر B, ن T  25 نج ] نج B  27 يز[2] ] م CB  29 يج[3] ]
عج CD  30 ن ] ب B  31 لج ] كج B  32 نو ] ر B  35 يز ] نو D  ب ] ا BT  م ] لط
BT  36 عج ] مر BT  37 نا ] نه T  40 نج ] عج C  44 يد ] نه B  45 يا ] س T  نج ] عج T



| Almucantars of Latitude 27: hours 13;44 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 14 | 13 | 10 | 3 | 71 | 12 | 30 | 4 | 34 |
| 52 | 14 | 5 | 9 | 44 | 72 | 12 | 27 | 4 | 19 |
| 53 | 13 | 58 | 9 | 26 | 73 | 12 | 24 | 4 | 4 |
| 54 | 13 | 51 | 9 | 8 | 74 | 12 | 22 | 3 | 50 |
| 55 | 13 | 45 | 8 | 51 | 75 | 12 | 19 | 3 | 35 |
| 56 | 13 | 38 | 8 | 33 | 76 | 12 | 17 | 3 | 20 |
| 57 | 13 | 32 | 8 | 16 | 77 | 12 | 15 | 3 | 6 |
| 58 | 13 | 27 | 8 | 0 | 78 | 12 | 13 | 2 | 51 |
| 59 | 13 | 21 | 7 | 43 | 79 | 12 | 12 | 2 | 37 |
| 60 | 13 | 15 | 7 | 26 | 80 | 12 | 10 | 2 | 22 |
| 61 | 13 | 10 | 7 | 10 | 81 | 12 | 9 | 2 | 8 |
| 62 | 13 | 6 | 6 | 54 | 82 | 12 | 7 | 1 | 53 |
| 63 | 13 | 1 | 6 | 38 | 83 | 12 | 6 | 1 | 39 |
| 64 | 12 | 56 | 6 | 22 | 84 | 12 | 5 | 1 | 25 |
| 65 | 12 | 52 | 6 | 6 | 85 | 12 | 4 | 1 | 11 |
| 66 | 12 | 48 | 5 | 51 | 86 | 12 | 3 | 0 | 56 |
| 67 | 12 | 44 | 5 | 35 | 87 | 12 | 3 | 0 | 43 |
| 68 | 12 | 40 | 5 | 20 | 88 | 12 | 2 | 0 | 28 |
| 69 | 12 | 37 | 5 | 4 | 89 | 12 | 2 | 0 | 14 |
| 70 | 12 | 33 | 4 | 49 | 90 | 12 | 2 | 0 | 0 |

46 نه ] نو BT  48 يا ] ى C  49 ل ] om. CD, *numeri a 50 usque ad 56 positi in linea superiori* CD  50 كب[1] ] كا BT  51 ج ] د B  52 يد ] نج D  54 ح ] ج CD  55 مه ] مد BT  نا ] ر B, ن T  56 لح ] لج *repet.* C, عج D  57 لب ] س C  67 مد ] مس T  85 يا ] ى BT

| مقنطرات عرض كح ساعاته يج مط | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | لو | نز | ما | نا | | | | | |
| ا | له | لح | م | كا | كو | يط | ز | يط | كز |
| ب | لد | كد | لح | نو | كز | يج | مز | يج | نز |
| ج | لج | يه | لز | لو | كح | يج | كح | يج | كح |
| د | لب | يا | لو | كا | كط | يج | يا | يج | ا |
| ه | لا | ى | له | ى | ل | يز | ند | يز | لد |
| و | ل | يد | لد | ج | لا | يز | لح | يز | ز |
| ز | كط | ك | لب | نج | لب | يز | كب | يو | ما |
| ح | كح | ل | لا | نج | لج | يز | و | يو | يه |
| ط | كز | مج | لا | ٠ | لد | يو | نب | يه | ن |
| ى | كو | نح | ل | ه | له | يو | لح | يه | كو |
| يا | كو | يو | كط | يب | لو | يو | كد | يه | ب |
| يب | كه | لو | كح | كب | لز | يو | يب | يد | لط |
| يج | كد | نط | كز | لد | لح | يه | نط | يد | يو |
| يد | كد | كج | كو | مج | لط | يه | مج | يج | ند |
| يه | كج | مط | كو | ج | م | يه | لو | يج | لب |
| يو | كج | يز | كه | كا | ما | يه | كه | يج | يا |
| يز | كب | مو | كد | م | مب | يه | يه | يب | ن |
| يج | كب | يز | كد | ٠ | مج | يه | د | يب | كط |
| يط | كا | مط | كج | كب | مد | يد | نه | يب | ط |
| ك | كا | كج | كب | مه | مه | يد | مه | يا | مط |
| كا | ك | نز | كب | ط | مو | يد | لو | يا | كط |
| كب | ك | لج | كا | له | مز | يد | كز | يا | ى |
| كج | ك | ى | كا | ا | مج | يد | يط | ى | نا |
| كد | يط | مج | ك | كط | مط | يد | ى | ى | لب |
| كه | يط | كز | يط | نج | ن | يد | ب | ى | يج |



| Almucantars of Latitude 28: hours 13;49 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 36 | 57 | 41 | 51 | | | | | |
| 1 | 35 | 38 | 40 | 21 | 26 | 19 | 7 | 19 | 27 |
| 2 | 34 | 24 | 38 | 56 | 27 | 18 | 47 | 18 | 57 |
| 3 | 33 | 15 | 37 | 36 | 28 | 18 | 28 | 18 | 28 |
| 4 | 32 | 11 | 36 | 21 | 29 | 18 | 11 | 18 | 1 |
| 5 | 31 | 10 | 35 | 10 | 30 | 17 | 54 | 17 | 34 |
| 6 | 30 | 14 | 34 | 3 | 31 | 17 | 38 | 17 | 7 |
| 7 | 29 | 20 | 32 | 58 | 32 | 17 | 22 | 16 | 41 |
| 8 | 28 | 30 | 31 | 58 | 33 | 17 | 6 | 16 | 15 |
| 9 | 27 | 43 | 31 | 0 | 34 | 16 | 52 | 15 | 50 |
| 10 | 26 | 58 | 30 | 5 | 35 | 16 | 38 | 15 | 26 |
| 11 | 26 | 16 | 29 | 12 | 36 | 16 | 24 | 15 | 2 |
| 12 | 25 | 36 | 28 | 22 | 37 | 16 | 12 | 14 | 39 |
| 13 | 24 | 59 | 27 | 34 | 38 | 15 | 59 | 14 | 16 |
| 14 | 24 | 23 | 26 | 48 | 39 | 15 | 48 | 13 | 54 |
| 15 | 23 | 49 | 26 | 3 | 40 | 15 | 36 | 13 | 32 |
| 16 | 23 | 17 | 25 | 21 | 41 | 15 | 25 | 13 | 11 |
| 17 | 22 | 46 | 24 | 40 | 42 | 15 | 15 | 12 | 50 |
| 18 | 22 | 17 | 24 | 0 | 43 | 15 | 4 | 12 | 29 |
| 19 | 21 | 49 | 23 | 22 | 44 | 14 | 55 | 12 | 9 |
| 20 | 21 | 23 | 22 | 45 | 45 | 14 | 45 | 11 | 49 |
| 21 | 20 | 57 | 22 | 9 | 46 | 14 | 36 | 11 | 29 |
| 22 | 20 | 33 | 21 | 35 | 47 | 14 | 27 | 11 | 10 |
| 23 | 20 | 10 | 21 | 1 | 48 | 14 | 19 | 10 | 51 |
| 24 | 19 | 48 | 20 | 29 | 49 | 14 | 10 | 10 | 32 |
| 25 | 19 | 27 | 19 | 58 | 50 | 14 | 2 | 10 | 13 |

| مقنطرات عرض كح ساعاته يج مط | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | يج | نه | ط | نه | عا | يب | يه | د | لا |
| نب | يج | مز | ط | لز | عب | يب | يب | د | يو |
| نج | يج | م | ط | يط | عج | يب | ط | د | ا |
| ند | يج | لد | ط | ب | عد | يب | ز | ج | مز |
| نه | يج | كز | ح | مد | عه | يب | ه | ج | لج |
| نو | يج | كا | ح | كز | عو | يب | ب | ج | يح |
| نز | يج | يه | ح | ى | عز | يب | ة | ج | ج |
| نح | يج | ى | ز | ند | عح | يا | نح | ب | مط |
| نط | يج | د | ز | لز | عط | يا | نز | ب | له |
| س | يب | نط | ز | كا | ف | يا | نو | ب | كا |
| سا | يب | ند | ز | ه | فا | يا | ند | ب | و |
| سب | يب | مط | و | مط | فب | يا | نج | ا | نب |
| سج | يب | مه | و | لج | فج | يا | نب | ا | لح |
| سد | يب | ما | و | يح | فد | يا | نا | ا | كد |
| سه | يب | لو | و | ب | فه | يا | ن | ا | ى |
| سو | يب | لج | ه | مز | فو | يا | مط | ة | نو |
| سز | يب | كح | ه | لا | فز | يا | مط | ة | مب |
| سح | يب | كه | ه | يو | فح | يا | مح | ة | كح |
| سط | يب | كب | ه | ا | فط | يا | مح | ة | يد |
| ع | يب | يط | د | مو | ص | يا | مح | ة | ة |

[tit.] مط ] ط C 0 نز ] بر B 2 نو ] بو CBTD 3 لج ] لد B لو ] بو BTD 7 نج ] مح
B 8 نح ] مح CD, يح B 10 نج ] يح C, مح B, *lac.* D 11 يو ] يز C, *lac.* D يب ]
نب T 12 لو ] *lac.* D 13 نط ] *lac.* T لد ] له CD 14 كو ] كز B 17 مو ] *illeg.*
T 21 نز ] بر B 22 لج ] يح B 23 ى ] ما BT ا ] ب BT 25 كز ] كو BT نح ] لح
CD, بر B, نز T 26 ز ] و BT كز ] كو BT 27 مز ] مو BT نز ] بو B, نو T, *illeg.*
D 29 يج[2] ] بر B 30 ند ] نه B, مد T 34 نب ] ب B 36 كد ] *corr. ex* كب, كب
T 38 نط ] نط B 39 يج ] بد D ند ] بد CD, نو T 55 مد ] بد C, ند D 57 يه ] نط T



| Almucantars of Latitude 28: hours 13;49 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 13 | 55 | 9 | 55 | 71 | 12 | 15 | 4 | 31 |
| 52 | 13 | 47 | 9 | 37 | 72 | 12 | 12 | 4 | 16 |
| 53 | 13 | 40 | 9 | 19 | 73 | 12 | 9 | 4 | 1 |
| 54 | 13 | 34 | 9 | 2 | 74 | 12 | 7 | 3 | 47 |
| 55 | 13 | 27 | 8 | 44 | 75 | 12 | 5 | 3 | 33 |
| 56 | 13 | 21 | 8 | 27 | 76 | 12 | 2 | 3 | 18 |
| 57 | 13 | 15 | 8 | 10 | 77 | 12 | 0 | 3 | 3 |
| 58 | 13 | 10 | 7 | 54 | 78 | 11 | 58 | 2 | 49 |
| 59 | 13 | 4 | 7 | 37 | 79 | 11 | 57 | 2 | 35 |
| 60 | 12 | 59 | 7 | 21 | 80 | 11 | 56 | 2 | 21 |
| 61 | 12 | 54 | 7 | 5 | 81 | 11 | 54 | 2 | 6 |
| 62 | 12 | 49 | 6 | 49 | 82 | 11 | 53 | 1 | 52 |
| 63 | 12 | 45 | 6 | 33 | 83 | 11 | 52 | 1 | 38 |
| 64 | 12 | 41 | 6 | 18 | 84 | 11 | 51 | 1 | 24 |
| 65 | 12 | 36 | 6 | 2 | 85 | 11 | 50 | 1 | 10 |
| 66 | 12 | 33 | 5 | 47 | 86 | 11 | 49 | 0 | 56 |
| 67 | 12 | 28 | 5 | 31 | 87 | 11 | 49 | 0 | 42 |
| 68 | 12 | 25 | 5 | 16 | 88 | 11 | 48 | 0 | 28 |
| 69 | 12 | 22 | 5 | 1 | 89 | 11 | 48 | 0 | 14 |
| 70 | 12 | 19 | 4 | 46 | 90 | 11 | 48 | 0 | 0 |

58 ى ] ط BT ند ] يح BT 61 ند ] بد C, نط B 64 ما ] م BT يج ] بر BT 74 ز ]
و BT مز ] مو BT 75 ه ] د BT لج ] لب BT 76 ب ] ا B يج ] بر 79 نز ] نو BT
له ] لد BT 80 نو ] نه BT كا ] ك BT 88 كح ] كح B

| مقنطرات عرض كط ساعاته يج نج | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | له | كز | م | لب | | | | | |
| ا | لد | يج | لط | ز | كو | يح | لز | يط | ح |
| ب | لج | د | لز | مز | كز | يح | يط | يح | لط |
| ج | لب | ة | لو | لب | كح | يح | ا | يح | يا |
| د | لا | ة | له | كا | كط | يز | مج | يز | مج |
| ه | ل | د | لد | يد | ل | يز | كز | يز | يز |
| و | كط | ى | لج | ى | لا | يز | يا | يو | نا |
| ز | كح | ك | لب | ط | لب | يو | نو | يو | كه |
| ح | كز | لب | لا | ى | لج | يو | ما | يو | ة |
| ط | كو | مز | ل | يه | لد | يو | كز | يه | لو |
| ى | كو | و | كط | كج | له | يو | يد | يه | يب |
| يا | كه | كو | كح | لج | لو | يو | ا | يد | مط |
| يب | كد | مط | كز | مه | لز | يه | مط | يد | كز |
| يج | كد | يب | كو | نح | لح | يه | لز | يد | د |
| يد | كج | لط | كو | يد | لط | يه | كو | يج | مج |
| يه | كج | و | كه | لا | م | يه | يه | يج | كا |
| يو | كب | لو | كد | ن | ما | يه | د | يج | ة |
| يز | كب | ز | كد | يا | مب | يد | ند | يب | م |
| يح | كا | لط | كج | لج | مج | يد | مد | يب | يط |
| يط | كا | يج | كب | نو | مد | يد | له | يب | ة |
| ك | ك | مز | كب | ك | مه | يد | كو | يا | م |
| كا | ك | كج | كا | مه | مو | يد | يز | يا | كا |
| كب | ك | ة | كا | يب | مز | يد | ط | يا | ب |
| كج | يط | لح | ك | م | مح | يد | ة | ى | مج |
| كد | يط | يز | ك | ح | مط | يج | نب | ى | كد |
| كه | يح | نز | يط | لح | ن | يج | مد | ى | و |



| Almucantars of Latitude 29: hours 13;53 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 35 | 27 | 40 | 32 | | | | | |
| 1 | 34 | 13 | 39 | 7 | 26 | 18 | 37 | 19 | 8 |
| 2 | 33 | 4 | 37 | 47 | 27 | 18 | 19 | 18 | 39 |
| 3 | 32 | 0 | 36 | 32 | 28 | 18 | 1 | 18 | 11 |
| 4 | 31 | 0 | 35 | 21 | 29 | 17 | 43 | 17 | 43 |
| 5 | 30 | 4 | 34 | 14 | 30 | 17 | 27 | 17 | 17 |
| 6 | 29 | 10 | 33 | 10 | 31 | 17 | 11 | 16 | 51 |
| 7 | 28 | 20 | 32 | 9 | 32 | 16 | 56 | 16 | 25 |
| 8 | 27 | 32 | 31 | 10 | 33 | 16 | 41 | 16 | 0 |
| 9 | 26 | 47 | 30 | 15 | 34 | 16 | 27 | 15 | 36 |
| 10 | 26 | 6 | 29 | 23 | 35 | 16 | 14 | 15 | 12 |
| 11 | 25 | 26 | 28 | 33 | 36 | 16 | 1 | 14 | 49 |
| 12 | 24 | 49 | 27 | 45 | 37 | 15 | 49 | 14 | 27 |
| 13 | 24 | 12 | 26 | 58 | 38 | 15 | 37 | 14 | 4 |
| 14 | 23 | 39 | 26 | 14 | 39 | 15 | 26 | 13 | 43 |
| 15 | 23 | 6 | 25 | 31 | 40 | 15 | 15 | 13 | 21 |
| 16 | 22 | 36 | 24 | 50 | 41 | 15 | 4 | 13 | 0 |
| 17 | 22 | 7 | 24 | 11 | 42 | 14 | 54 | 12 | 40 |
| 18 | 21 | 39 | 23 | 33 | 43 | 14 | 44 | 12 | 19 |
| 19 | 21 | 13 | 22 | 56 | 44 | 14 | 35 | 12 | 0 |
| 20 | 20 | 47 | 22 | 20 | 45 | 14 | 26 | 11 | 40 |
| 21 | 20 | 23 | 21 | 45 | 46 | 14 | 17 | 11 | 21 |
| 22 | 20 | 0 | 21 | 12 | 47 | 14 | 9 | 11 | 2 |
| 23 | 19 | 38 | 20 | 40 | 48 | 14 | 0 | 10 | 43 |
| 24 | 19 | 17 | 20 | 8 | 49 | 13 | 52 | 10 | 24 |
| 25 | 18 | 57 | 19 | 38 | 50 | 13 | 44 | 10 | 6 |

| مقنطرات عرض كط ساعاته يج نج | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | يج | لز | ط | مح | عا | يب | ا | د | كح |
| نب | يج | ل | ط | ل | عب | يا | نح | د | يد |
| نج | يج | كج | ط | يج | عج | يا | نو | د | ة |
| ند | يج | يو | ح | نه | عد | يا | نج | ج | مه |
| نه | يج | ى | ح | لح | عه | يا | ن | ج | ل |
| نو | يج | د | ح | كا | عو | يا | مح | ج | يو |
| نز | يب | نط | ح | ه | عز | يا | مو | ج | ب |
| نح | يب | نج | ز | مح | عح | يا | مد | ب | مز |
| نط | يب | مح | ز | لب | عط | يا | مب | ب | لج |
| س | يب | مج | ز | يو | ف | يا | ما | ب | يط |
| سا | يب | لح | ز | ة | فا | يا | م | ب | ه |
| سب | يب | لد | و | مه | فب | يا | لط | ا | نا |
| سج | يب | كط | و | كط | فج | يا | لح | ا | لز |
| سد | يب | كه | و | يج | فد | يا | لز | ا | كج |
| سه | يب | كا | ه | نح | فه | يا | لو | ا | ط |
| سو | يب | يز | ه | مج | فو | يا | له | ة | نه |
| سز | يب | يد | ه | كح | فز | يا | له | ة | مب |
| سح | يب | ى | ه | يج | فح | يا | لد | ة | كح |
| سط | يب | ز | د | نح | فط | يا | لد | ة | يد |
| ع | يب | د | د | مج | ص | يا | لد | ة | ة |

0 لب ] لز CD 1 يج ] نج CD ز ] ن CD 2 د ] ج B 12 مه ] مج B 14 لط ] لح BT
17 ز ] ن CBD 19 نو ] بو B 25 نز ] بر BT 26 لز ] لح BT 27 لط ] لح B 29 نج[1] ]
نج C 30 كز ] كو BT يز[3] ] بو BT, كر D 31 يا ] ى BT نا ] ن BT 32 نو ] به B,
نه T 34 كز ] كو D 35 يد ] به T 37 كز ] كو BT 40 يه[2] ] بو BT كا ] كب BT
41 د ] ه B ة ] ا B 42 يد ] بر T ند ] به B, نه T 43 مد ] مه BTD يط ] ك BT
45 كو ] كه T 52 ل[1] ] كط BT 53 كج ] كب BT يج ] بب BT 58 نج ] مج B 61
ز ] و B, *illeg.* D 62 لد ] لج BT مه ] مد BT 68 يج ] يح CD 69 ز ] د B 71 ا ] يح C,



| Almucantars of Latitude 29: hours 13;53 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 13 | 37 | 9 | 48 | 71 | 12 | 1 | 4 | 28 |
| 52 | 13 | 30 | 9 | 30 | 72 | 11 | 58 | 4 | 14 |
| 53 | 13 | 23 | 9 | 13 | 73 | 11 | 56 | 4 | 0 |
| 54 | 13 | 16 | 8 | 55 | 74 | 11 | 53 | 3 | 45 |
| 55 | 13 | 10 | 8 | 38 | 75 | 11 | 50 | 3 | 30 |
| 56 | 13 | 4 | 8 | 21 | 76 | 11 | 48 | 3 | 16 |
| 57 | 12 | 59 | 8 | 5 | 77 | 11 | 46 | 3 | 2 |
| 58 | 12 | 53 | 7 | 48 | 78 | 11 | 44 | 2 | 47 |
| 59 | 12 | 48 | 7 | 32 | 79 | 11 | 42 | 2 | 33 |
| 60 | 12 | 43 | 7 | 16 | 80 | 11 | 41 | 2 | 19 |
| 61 | 12 | 38 | 7 | 0 | 81 | 11 | 40 | 2 | 5 |
| 62 | 12 | 34 | 6 | 45 | 82 | 11 | 39 | 1 | 51 |
| 63 | 12 | 29 | 6 | 29 | 83 | 11 | 38 | 1 | 37 |
| 64 | 12 | 25 | 6 | 13 | 84 | 11 | 37 | 1 | 23 |
| 65 | 12 | 21 | 5 | 58 | 85 | 11 | 36 | 1 | 9 |
| 66 | 12 | 17 | 5 | 43 | 86 | 11 | 35 | 0 | 55 |
| 67 | 12 | 14 | 5 | 28 | 87 | 11 | 35 | 0 | 42 |
| 68 | 12 | 10 | 5 | 13 | 88 | 11 | 34 | 0 | 28 |
| 69 | 12 | 7 | 4 | 58 | 89 | 11 | 34 | 0 | 14 |
| 70 | 12 | 4 | 4 | 43 | 90 | 11 | 34 | 0 | 0 |

*lac.* D مح ] كط BT 73 نو ] *lac.* D 77 ب ] ا BT 78 مد ] مب C 82 نا ] ا C 88
لد ] له BT 89 لد ] له T يد ] نج T, به D 90 لد ] له T

| مقنطرات عرض ل ساعاته يج نح | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | لد | ب | لط | يح | | | | | |
| ا | لب | نج | لز | نح | كو | يح | ح | يح | مط |
| ب | لا | مط | لو | مج | كز | يز | ن | يح | كا |
| ج | ل | مح | له | لا | كح | يز | لج | يز | نج |
| د | كط | نب | لد | كد | كط | يز | يز | يز | كز |
| ه | كح | نط | لج | ك | ل | يز | ا | يز | ا |
| و | كح | ط | لب | يط | لا | يو | مه | يو | له |
| ز | كز | كا | لا | كا | لب | يو | لا | يو | يا |
| ح | كو | لو | ل | كه | لج | يو | يز | يه | مو |
| ط | كه | نه | كط | لج | لد | يو | د | يه | كج |
| ى | كه | يه | كح | مج | له | يه | نا | يه | ة |
| يا | كد | لح | كز | ند | لو | يه | لط | يد | لز |
| يب | كد | ب | كز | ط | لز | يه | كز | يد | يه |
| يج | كج | كح | كو | كد | لح | يه | يه | يج | نج |
| يد | كب | نو | كه | مب | لط | يه | د | يج | لا |
| يه | كب | كو | كه | ا | م | يد | نج | يج | ى |
| يو | كا | نو | كد | كا | ما | يد | مج | يب | مط |
| يز | كا | كط | كج | مج | مب | يد | لج | يب | كط |
| يح | كا | ب | كج | و | مج | يد | كد | يب | ى |
| يط | ك | لو | كب | ل | مد | يد | يه | يا | ن |
| ك | ك | يب | كا | نه | مه | يد | و | يا | لا |
| كا | يط | مط | كا | كب | مو | يج | نح | يا | يب |
| كب | يط | كح | ك | ن | مز | يج | مط | ى | نج |
| كج | يط | ز | ك | يط | مح | يج | مب | ى | له |
| كد | يح | مو | يط | مح | مط | يج | لد | ى | يز |
| كه | يح | كز | يط | يح | ن | يج | كز | ط | نط |



| Almucantars of Latitude 30: hours 13;58 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 34 | 2 | 39 | 18 | | | | | |
| 1 | 32 | 53 | 37 | 58 | 26 | 18 | 8 | 18 | 49 |
| 2 | 31 | 49 | 36 | 43 | 27 | 17 | 50 | 18 | 21 |
| 3 | 30 | 48 | 35 | 31 | 28 | 17 | 33 | 17 | 53 |
| 4 | 29 | 52 | 34 | 24 | 29 | 17 | 17 | 17 | 27 |
| 5 | 28 | 59 | 33 | 20 | 30 | 17 | 1 | 17 | 1 |
| 6 | 28 | 9 | 32 | 19 | 31 | 16 | 45 | 16 | 35 |
| 7 | 27 | 21 | 31 | 21 | 32 | 16 | 31 | 16 | 11 |
| 8 | 26 | 36 | 30 | 25 | 33 | 16 | 17 | 15 | 46 |
| 9 | 25 | 55 | 29 | 33 | 34 | 16 | 4 | 15 | 23 |
| 10 | 25 | 15 | 28 | 43 | 35 | 15 | 51 | 15 | 0 |
| 11 | 24 | 38 | 27 | 54 | 36 | 15 | 39 | 14 | 37 |
| 12 | 24 | 2 | 27 | 9 | 37 | 15 | 27 | 14 | 15 |
| 13 | 23 | 28 | 26 | 24 | 38 | 15 | 15 | 13 | 53 |
| 14 | 22 | 56 | 25 | 42 | 39 | 15 | 4 | 13 | 31 |
| 15 | 22 | 26 | 25 | 1 | 40 | 14 | 53 | 13 | 10 |
| 16 | 21 | 56 | 24 | 21 | 41 | 14 | 43 | 12 | 49 |
| 17 | 21 | 29 | 23 | 43 | 42 | 14 | 33 | 12 | 29 |
| 18 | 21 | 2 | 23 | 6 | 43 | 14 | 24 | 12 | 10 |
| 19 | 20 | 36 | 22 | 30 | 44 | 14 | 15 | 11 | 50 |
| 20 | 20 | 12 | 21 | 55 | 45 | 14 | 6 | 11 | 31 |
| 21 | 19 | 49 | 21 | 22 | 46 | 13 | 58 | 11 | 12 |
| 22 | 19 | 28 | 20 | 50 | 47 | 13 | 49 | 10 | 53 |
| 23 | 19 | 7 | 20 | 19 | 48 | 13 | 42 | 10 | 35 |
| 24 | 18 | 46 | 19 | 48 | 49 | 13 | 34 | 10 | 17 |
| 25 | 18 | 27 | 19 | 18 | 50 | 13 | 27 | 9 | 59 |

| مقنطرات عرض ل ساعاته يج نح | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | يج | يط | ط | ما | عا | يا | مو | د | كه |
| نب | يج | يب | ط | كج | عب | يا | مد | د | يا |
| نج | يج | و | ط | و | عج | يا | ما | ج | نز |
| ند | يب | نط | ح | مط | عد | يا | لح | ج | مب |
| نه | يب | نج | ح | لب | عه | يا | لو | ج | كح |
| نو | يب | مح | ح | يو | عو | يا | لد | ج | يد |
| نز | يب | مج | ح | ة | عز | يا | لب | ج | ة |
| نح | يب | لح | ز | مد | عح | يا | ل | ب | مه |
| نط | يب | لج | ز | كح | عط | يا | كط | ب | لب |
| س | يب | كح | ز | يب | ف | يا | كز | ب | يح |
| سا | يب | كج | و | نو | فا | يا | كو | ب | د |
| سب | يب | يح | و | م | فب | يا | كه | ا | ن |
| سج | يب | يد | و | كه | فج | يا | كد | ا | لو |
| سد | يب | ط | و | ط | فد | يا | كج | ا | كب |
| سه | يب | و | ه | ند | فه | يا | كب | ا | ح |
| سو | يب | ب | ه | لط | فو | يا | كب | ة | نه |
| سز | يا | نح | ه | كد | فز | يا | كا | ة | ما |
| سح | يا | نه | ه | ط | فح | يا | ك | ة | كز |
| سط | يا | نب | د | نه | فط | يا | ك | ة | يد |
| ع | يا | مط | د | م | ص | يا | ك | ة | ة |

[tit.] الاقليم الثالث supra C 1 نج ] نج BT 3 مج ] نج D 4 كد ] ل C 5 نط ] نط B
6 ط ] ه CD 8 لو ] ل C 9 نه ] به B 10 يه ] نه B 11 لح ] لج T ند ] به BT 13 كح ]
كج CD 14 مب ] لو C 16 نو ] نز BT 18 و ] ه B 21 مط ] مه B كب ] كد B 23
ز ] ن B 24 مو ] مر BT 28 نج ] ند BT 32 لا ] ل, supra لز صح C, لر D يا ] ى
BT 35 نا ] ما C 37 كز ] كو B 38 يه$^{2}$ ] ند B نج ] نج C 43 ى ] ط BT 47 مط ]
نب B, ن T 49 لد ] لر B 50 كز ] كو BT 53 و$^{1}$ ] ه BT 61 كج ] كح B 62 م ] م,
supra نز صح C 64 ط$^{1}$ ] ى BT 65 ند ] نط B 70 م ] م, supra نز صح C 73 نز ]
نو BT 78 مه ] نب CD, مو* BT 89 يد ] ند C



| Almucantars of Latitude 30: hours 13;58 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 13 | 19 | 9 | 41 | 71 | 11 | 46 | 4 | 25 |
| 52 | 13 | 12 | 9 | 23 | 72 | 11 | 44 | 4 | 11 |
| 53 | 13 | 6 | 9 | 6 | 73 | 11 | 41 | 3 | 57 |
| 54 | 12 | 59 | 8 | 49 | 74 | 11 | 38 | 3 | 42 |
| 55 | 12 | 53 | 8 | 32 | 75 | 11 | 36 | 3 | 28 |
| 56 | 12 | 48 | 8 | 16 | 76 | 11 | 34 | 3 | 14 |
| 57 | 12 | 43 | 8 | 0 | 77 | 11 | 32 | 3 | 0 |
| 58 | 12 | 38 | 7 | 44 | 78 | 11 | 30 | 2 | 45 |
| 59 | 12 | 33 | 7 | 28 | 79 | 11 | 29 | 2 | 32 |
| 60 | 12 | 28 | 7 | 12 | 80 | 11 | 27 | 2 | 18 |
| 61 | 12 | 23 | 6 | 56 | 81 | 11 | 26 | 2 | 4 |
| 62 | 12 | 18 | 6 | 40 | 82 | 11 | 25 | 1 | 50 |
| 63 | 12 | 14 | 6 | 25 | 83 | 11 | 24 | 1 | 36 |
| 64 | 12 | 9 | 6 | 9 | 84 | 11 | 23 | 1 | 22 |
| 65 | 12 | 6 | 5 | 54 | 85 | 11 | 22 | 1 | 8 |
| 66 | 12 | 2 | 5 | 39 | 86 | 11 | 22 | 0 | 55 |
| 67 | 11 | 58 | 5 | 24 | 87 | 11 | 21 | 0 | 41 |
| 68 | 11 | 55 | 5 | 9 | 88 | 11 | 20 | 0 | 27 |
| 69 | 11 | 52 | 4 | 55 | 89 | 11 | 20 | 0 | 14 |
| 70 | 11 | 49 | 4 | 40 | 90 | 11 | 20 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض لا ساعاته يد حـ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | لب | مب | لح | ط | | | | | |
| ا | لا | لح | لو | ند | | يز | م | يح | لا |
| ب | ل | لز | له | مب | | يز | لحـ | يح | د |
| حـ | كط | ما | لد | له | | يز | و | يز | لز |
| د | كح | مح | لحـ | لا | | يو | نا | يز | يا |
| ه | كز | نح | لب | ل | | يو | لو | يو | مو |
| و | كز | ى | لا | لا | | يو | كا | يو | كا |
| ز | كو | كو | ل | لو | | يو | ز | يه | نز |
| ح | كه | مد | كط | مد | | يه | نحـ | يه | لحـ |
| ط | كه | ه | كح | ند | | يه | ما | يه | ى |
| ى | كد | كز | كح | ه | | يه | كح | يد | مز |
| يا | كحـ | نا | كز | يط | | يه | يو | يد | كه |
| يب | كحـ | يح | كو | له | | يه | ه | يد | حـ |
| يحـ | كب | مه | كه | نب | | يد | ند | يحـ | مب |
| يد | كب | يه | كه | يا | | يد | محـ | يحـ | كا |
| يه | كا | مو | كد | لب | | يد | لحـ | يحـ | ة |
| يو | كا | يح | كحـ | نحـ | | يد | كحـ | يب | م |
| يز | ك | نا | كحـ | يو | | يد | يد | يب | ك |
| يح | ك | كو | كب | م | | يد | د | يب | ة |
| يط | ك | ب | كب | و | | يحـ | نه | يا | ما |
| ك | يط | لط | كا | لحـ | | يحـ | مز | يا | كب |
| كا | يط | يز | كا | ة | | يحـ | لط | يا | د |
| كب | يح | نو | ك | كط | | يحـ | لا | ى | مه |
| كحـ | يح | لو | يط | نح | | يحـ | كحـ | ى | كز |
| كد | يح | يو | يط | كح | | يحـ | يو | ى | ط |
| كه | يز | نز | يح | نط | | يحـ | ح | ط | نا |



| Almucantars of Latitude 31: hours 14;3 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 32 | 42 | 38 | 9 | | | | | |
| 1 | 31 | 38 | 36 | 54 | 26 | 17 | 40 | 18 | 31 |
| 2 | 30 | 37 | 35 | 42 | 27 | 17 | 23 | 18 | 4 |
| 3 | 29 | 41 | 34 | 35 | 28 | 17 | 6 | 17 | 37 |
| 4 | 28 | 48 | 33 | 31 | 29 | 16 | 51 | 17 | 11 |
| 5 | 27 | 58 | 32 | 30 | 30 | 16 | 36 | 16 | 46 |
| 6 | 27 | 10 | 31 | 31 | 31 | 16 | 21 | 16 | 21 |
| 7 | 26 | 26 | 30 | 36 | 32 | 16 | 7 | 15 | 57 |
| 8 | 25 | 44 | 29 | 44 | 33 | 15 | 53 | 15 | 33 |
| 9 | 25 | 5 | 28 | 54 | 34 | 15 | 41 | 15 | 10 |
| 10 | 24 | 27 | 28 | 5 | 35 | 15 | 28 | 14 | 47 |
| 11 | 23 | 51 | 27 | 19 | 36 | 15 | 16 | 14 | 25 |
| 12 | 23 | 18 | 26 | 35 | 37 | 15 | 5 | 14 | 3 |
| 13 | 22 | 45 | 25 | 52 | 38 | 14 | 54 | 13 | 42 |
| 14 | 22 | 15 | 25 | 11 | 39 | 14 | 43 | 13 | 21 |
| 15 | 21 | 46 | 24 | 32 | 40 | 14 | 33 | 13 | 0 |
| 16 | 21 | 18 | 23 | 53 | 41 | 14 | 23 | 12 | 40 |
| 17 | 20 | 51 | 23 | 16 | 42 | 14 | 14 | 12 | 20 |
| 18 | 20 | 26 | 22 | 40 | 43 | 14 | 4 | 12 | 0 |
| 19 | 20 | 2 | 22 | 6 | 44 | 13 | 55 | 11 | 41 |
| 20 | 19 | 39 | 21 | 33 | 45 | 13 | 47 | 11 | 22 |
| 21 | 19 | 17 | 21 | 0 | 46 | 13 | 39 | 11 | 4 |
| 22 | 18 | 56 | 20 | 29 | 47 | 13 | 31 | 10 | 45 |
| 23 | 18 | 36 | 19 | 58 | 48 | 13 | 23 | 10 | 27 |
| 24 | 18 | 16 | 19 | 28 | 49 | 13 | 16 | 10 | 9 |
| 25 | 17 | 57 | 18 | 59 | 50 | 13 | 8 | 9 | 51 |

| مقنطرات عرض لا ساعاته يد ج | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | يج | ب | ط | لد | عا | يا | لب | د | كج |
| نب | يب | نه | ط | يز | عب | يا | كط | د | ح |
| نج | يب | مط | ط | ة | عج | يا | كز | ج | ند |
| ند | يب | مج | ح | مج | عد | يا | كد | ج | م |
| نه | يب | لز | ح | كز | عه | يا | كب | ج | كو |
| نو | يب | لا | ح | ى | عو | يا | ك | ج | يب |
| نز | يب | كو | ز | ند | عز | يا | يح | ب | نح |
| نح | يب | كا | ز | لح | عح | يا | يو | ب | مد |
| نط | يب | يو | ز | كب | عط | يا | يد | ب | لا |
| س | يب | يب | ز | ز | ف | يا | يد | ب | يو |
| سا | يب | ز | و | نا | فا | يا | يب | ب | ج |
| سب | يب | ج | و | لو | فب | يا | يا | ا | مط |
| سج | يا | نط | و | كا | فج | يا | ى | ا | له |
| سد | يا | ند | و | ه | فد | يا | ط | ا | كا |
| سه | يا | ن | ه | ن | فه | يا | ط | ا | ح |
| سو | يا | مز | ه | له | فو | يا | ح | ة | ند |
| سز | يا | مد | ه | كا | فز | يا | ح | ة | ما |
| سح | يا | م | ه | و | فح | يا | ز | ة | كز |
| سط | يا | لز | د | نا | فط | يا | ز | ة | يد |
| ع | يا | لد | د | لز | ص | يا | ز | ة | ة |

0 لخ ] لج T 5 نج ] نح B 8 كه ] كو CD مد[1] ] مه BT 10 كز ] كو B 12 يح ] ر BT
16 نج ] ند BT 17 لج ] كب CD 21 يز ] يو CD 22 نو ] نز D 23 لو ] له B يط ] ك
C 24 يو ] ه BT لخ ] لج CD 28 و ] ر BT 30 يو[2] ] ر C 33 نج ] ند BT 35
مز ] مو T 37 ج ] د T 42 ك ] كا B 46 د ] ج B 48 لج ] كد B كز ] *illeg.* B 49 يو ]
ه BT 55 لز ] لد T كز ] م CD, كو BT 56 ح ] *illeg.* T 59 كب ] كد T 60 ز[2] ] ن
C, ب D 62 ج ] ح D 67 مد ] مج BT كا ] ك BT 68 و ] ه BT 70 لز ] لو B, كو T
71 لب ] لا BT لج ] كب BT 78 يو ] نو B مد ] مب CD 86 ند ] نب CD



| Almucantars of Latitude 31: hours 14;3 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 13 | 2 | 9 | 34 | 71 | 11 | 32 | 4 | 23 |
| 52 | 12 | 55 | 9 | 17 | 72 | 11 | 29 | 4 | 8 |
| 53 | 12 | 49 | 9 | 0 | 73 | 11 | 27 | 3 | 54 |
| 54 | 12 | 43 | 8 | 43 | 74 | 11 | 24 | 3 | 40 |
| 55 | 12 | 37 | 8 | 27 | 75 | 11 | 22 | 3 | 26 |
| 56 | 12 | 31 | 8 | 10 | 76 | 11 | 20 | 3 | 12 |
| 57 | 12 | 26 | 7 | 54 | 77 | 11 | 18 | 2 | 58 |
| 58 | 12 | 21 | 7 | 38 | 78 | 11 | 16 | 2 | 44 |
| 59 | 12 | 16 | 7 | 22 | 79 | 11 | 14 | 2 | 31 |
| 60 | 12 | 12 | 7 | 7 | 80 | 11 | 14 | 2 | 16 |
| 61 | 12 | 7 | 6 | 51 | 81 | 11 | 12 | 2 | 3 |
| 62 | 12 | 3 | 6 | 36 | 82 | 11 | 11 | 1 | 49 |
| 63 | 11 | 59 | 6 | 21 | 83 | 11 | 10 | 1 | 35 |
| 64 | 11 | 54 | 6 | 5 | 84 | 11 | 9 | 1 | 21 |
| 65 | 11 | 50 | 5 | 50 | 85 | 11 | 9 | 1 | 8 |
| 66 | 11 | 47 | 5 | 35 | 86 | 11 | 8 | 0 | 54 |
| 67 | 11 | 44 | 5 | 21 | 87 | 11 | 8 | 0 | 41 |
| 68 | 11 | 40 | 5 | 6 | 88 | 11 | 7 | 0 | 27 |
| 69 | 11 | 37 | 4 | 51 | 89 | 11 | 7 | 0 | 14 |
| 70 | 11 | 34 | 4 | 37 | 90 | 11 | 7 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض لب ساعاته يد ح | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | لا | كز | لز | ه | | | | | |
| ا | ل | كو | له | نج | كو | يز | يب | يح | يد |
| ب | كط | ل | لد | مو | كز | يو | نز | يز | مح |
| ج | كح | لز | لج | مب | كح | يو | ما | يز | كب |
| د | كز | مز | لب | ما | كط | يو | كه | يو | نو |
| ه | كو | نط | لا | مب | ل | يو | يا | يو | لا |
| و | كو | يه | ل | مز | لا | يه | نز | يو | ز |
| ز | كه | لج | كط | ند | لب | يه | مج | يه | مج |
| ح | كد | ند | كط | د | لج | يه | ل | يه | ك |
| ط | كد | يو | كح | يو | لد | يه | يح | يد | نح |
| ي | كج | ما | كز | ل | له | يه | و | يد | له |
| يا | كج | ز | كو | مه | لو | يد | نه | يد | يد |
| يب | كب | له | كو | ج | لز | يد | مج | يج | نب |
| يج | كب | ه | كه | كب | لح | يد | لج | يج | لا |
| يد | كا | له | كد | مب | لط | يد | كب | يج | ي |
| يه | كا | ح | كد | د | م | يد | يب | يب | ن |
| يو | ك | ما | كج | كز | ما | يد | ج | يب | ل |
| يز | ك | يو | كب | نا | مب | يج | ند | يب | يا |
| يح | يط | نا | كب | يو | مج | يج | مو | يا | نب |
| يط | يط | كح | كا | مب | مد | يج | لز | يا | لج |
| ك | يط | و | كا | ي | مه | يج | كط | يا | يه |
| كا | يح | مه | ك | لط | مو | يج | كا | ي | نو |
| كب | يح | كو | ك | ط | مز | يج | يج | ي | لح |
| كج | يح | و | يط | لط | مح | يج | و | ي | ك |
| كد | يز | مح | يط | ي | مط | يب | نح | ي | ب |
| كه | يز | ل | يح | مب | ن | يب | نا | ط | مد |



| Almucantars of Latitude 32: hours 14;8 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 31 | 27 | 37 | 5 | | | | | |
| 1 | 30 | 26 | 35 | 53 | 26 | 17 | 12 | 18 | 14 |
| 2 | 29 | 30 | 34 | 46 | 27 | 16 | 57 | 17 | 48 |
| 3 | 28 | 37 | 33 | 42 | 28 | 16 | 41 | 17 | 22 |
| 4 | 27 | 47 | 32 | 41 | 29 | 16 | 25 | 16 | 56 |
| 5 | 26 | 59 | 31 | 42 | 30 | 16 | 11 | 16 | 31 |
| 6 | 26 | 15 | 30 | 47 | 31 | 15 | 57 | 16 | 7 |
| 7 | 25 | 33 | 29 | 54 | 32 | 15 | 43 | 15 | 43 |
| 8 | 24 | 54 | 29 | 4 | 33 | 15 | 30 | 15 | 20 |
| 9 | 24 | 16 | 28 | 16 | 34 | 15 | 18 | 14 | 58 |
| 10 | 23 | 41 | 27 | 30 | 35 | 15 | 6 | 14 | 35 |
| 11 | 23 | 7 | 26 | 45 | 36 | 14 | 55 | 14 | 14 |
| 12 | 22 | 35 | 26 | 3 | 37 | 14 | 43 | 13 | 52 |
| 13 | 22 | 5 | 25 | 22 | 38 | 14 | 33 | 13 | 31 |
| 14 | 21 | 35 | 24 | 42 | 39 | 14 | 22 | 13 | 10 |
| 15 | 21 | 8 | 24 | 4 | 40 | 14 | 12 | 12 | 50 |
| 16 | 20 | 41 | 23 | 27 | 41 | 14 | 3 | 12 | 30 |
| 17 | 20 | 16 | 22 | 51 | 42 | 13 | 54 | 12 | 11 |
| 18 | 19 | 51 | 22 | 16 | 43 | 13 | 46 | 11 | 52 |
| 19 | 19 | 28 | 21 | 42 | 44 | 13 | 37 | 11 | 33 |
| 20 | 19 | 6 | 21 | 10 | 45 | 13 | 29 | 11 | 15 |
| 21 | 18 | 45 | 20 | 39 | 46 | 13 | 21 | 10 | 56 |
| 22 | 18 | 26 | 20 | 9 | 47 | 13 | 13 | 10 | 38 |
| 23 | 18 | 6 | 19 | 39 | 48 | 13 | 6 | 10 | 20 |
| 24 | 17 | 48 | 19 | 10 | 49 | 12 | 58 | 10 | 2 |
| 25 | 17 | 30 | 18 | 42 | 50 | 12 | 51 | 9 | 44 |

| مقنطرات عرض لب ساعاته يد ح | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | |
| نا | يب | مد | ط | كز | عا | يا | يح | د | ك | |
| نب | يب | لح | ط | ى | عب | يا | يه | د | و | |
| نج | يب | لب | ح | ند | عج | يا | يج | ج | نب | |
| ند | يب | كز | ح | لح | عد | يا | يا | ج | لح | |
| نه | يب | كا | ح | كا | عه | يا | ح | ج | كد | |
| نو | يب | يو | ح | و | عو | يا | و | ج | ى | |
| نز | يب | يا | ز | ن | عز | يا | د | ب | نو | |
| نح | يب | و | ز | لد | عح | يا | ج | ب | مج | |
| نط | يب | ا | ز | يح | عط | يا | ا | ب | كط | |
| س | يا | نز | ز | ج | ف | يا | ō | ب | يو | |
| سا | يا | نب | و | مز | فا | ى | نط | ب | ب | |
| سب | يا | مح | و | لب | فب | ى | نز | ا | مح | |
| سج | يا | مد | و | يز | فج | ى | نو | ا | لد | |
| سد | يا | م | و | ب | فد | ى | نه | ا | ك | |
| سه | يا | لو | ه | مز | فه | ى | نه | ا | ز | |
| سو | يا | لب | ه | لب | فو | ى | ند | ō | نج | |
| سز | يا | كط | ه | يح | فز | ى | ند | ō | م | |
| سح | يا | كو | ه | ج | فح | ى | نج | ō | كو | |
| سط | يا | كج | د | مط | فط | ى | نج | ō | يج | |
| ع | يا | كا | د | له | ص | ى | نج | ō | ō | |

0 كز ] كو B لز ] لو B 1 ل ] لب B 2 ل ] له D 3 لز ] لو* BT 5 مب ] كب T 14
له ] لو BT, كه D 21 مه ] مح B ك ] كا B 22 كو ] كه B ط ] illeg. D 23 و ] ب B
24 مح ] نه B ى ] illeg. B 25 ل ] ما B 26 يب ] يج BT يد ] يه BT 27 يز ] مح B
28 يز ] بو B 29 كه ] كو BT نو ] بو B 31 نز ] ر C 32 يج² ] مح CD 33 ل ] لد
D 35 له ] لو BT 36 نه ] ند BT 38 لج ] لب BT 39 كب ] كو B 45 يه ] ند B, ند
T 51 كز ] كو T 55 كا¹ ] كر B, كب T كا² ] كب BT 56 يو ] illeg. T 60 نز ] ر C
61 نب ] ب C مز ] مو D 72 يه ] بو B و ] ر T 76 ى ] *om.* D; 76-86 *numeri a*
*77 usque ad 87 positi in linea superiori* D 79 ا ] ط C 81 نط ] ō C 83 نو ] بو B
85 نه ] ند T ز ] ن B 86 ند ] نج T 87 ند ] نج BT م ] *repet.* D



| Almucantars of Latitude 32: hours 14;8 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 12 | 44 | 9 | 27 | 71 | 11 | 18 | 4 | 20 |
| 52 | 12 | 38 | 9 | 10 | 72 | 11 | 15 | 4 | 6 |
| 53 | 12 | 32 | 8 | 54 | 73 | 11 | 13 | 3 | 52 |
| 54 | 12 | 27 | 8 | 38 | 74 | 11 | 11 | 3 | 38 |
| 55 | 12 | 21 | 8 | 21 | 75 | 11 | 8 | 3 | 24 |
| 56 | 12 | 16 | 8 | 6 | 76 | 11 | 6 | 3 | 10 |
| 57 | 12 | 11 | 7 | 50 | 77 | 11 | 4 | 2 | 56 |
| 58 | 12 | 6 | 7 | 34 | 78 | 11 | 3 | 2 | 43 |
| 59 | 12 | 1 | 7 | 18 | 79 | 11 | 1 | 2 | 29 |
| 60 | 11 | 57 | 7 | 3 | 80 | 11 | 0 | 2 | 16 |
| 61 | 11 | 52 | 6 | 47 | 81 | 10 | 59 | 2 | 2 |
| 62 | 11 | 48 | 6 | 32 | 82 | 10 | 57 | 1 | 48 |
| 63 | 11 | 44 | 6 | 17 | 83 | 10 | 56 | 1 | 34 |
| 64 | 11 | 40 | 6 | 2 | 84 | 10 | 55 | 1 | 20 |
| 65 | 11 | 36 | 5 | 47 | 85 | 10 | 55 | 1 | 7 |
| 66 | 11 | 32 | 5 | 32 | 86 | 10 | 54 | 0 | 53 |
| 67 | 11 | 29 | 5 | 18 | 87 | 10 | 54 | 0 | 40 |
| 68 | 11 | 26 | 5 | 3 | 88 | 10 | 53 | 0 | 26 |
| 69 | 11 | 23 | 4 | 49 | 89 | 10 | 53 | 0 | 13 |
| 70 | 11 | 21 | 4 | 35 | 90 | 10 | 53 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض لج ساعاته يد يج | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | ل | يه | لو | د | | | | | |
| ا | كط | يط | لد | نز | كو | يو | مو | يز | نح |
| ب | كح | كو | لج | نج | كز | يو | ل | يز | لب |
| ج | كز | لط | لب | نب | كح | يو | يه | يز | و |
| د | كو | مح | لا | نج | كط | يو | ة | يو | ما |
| ه | كو | د | ل | نح | ل | يه | مو | يو | يز |
| و | كه | كب | ل | ه | لا | يه | لج | يه | نج |
| ز | كد | مج | كط | يه | لب | يه | ك | يه | ل |
| ح | كد | و | كح | كز | لج | يه | ح | يه | ح |
| ط | كج | لا | كز | ما | لد | يد | نو | يد | مو |
| ى | كب | نو | كو | نو | له | يد | مد | يد | كد |
| يا | كب | كد | كو | يج | لو | يد | لج | يد | ب |
| يب | كا | ند | كه | لب | لز | يد | كب | يج | ما |
| يج | كا | كه | كد | نج | لح | يد | يب | يج | كا |
| يد | ك | نز | كد | يد | لط | يد | ب | يج | ة |
| يه | ك | ل | كج | لز | م | يج | نج | يب | ما |
| يو | ك | ه | كج | ا | ما | يج | مج | يب | كا |
| يز | يط | ما | كب | كز | مب | يج | له | يب | ب |
| يح | يط | يح | كا | نج | مج | يج | كو | يا | مج |
| يط | يح | نو | كا | كا | مد | يج | يح | يا | كد |
| ك | يح | لو | ك | ن | مه | يج | ى | يا | و |
| كا | يح | يه | ك | يط | مو | يج | ب | ى | مح |
| كب | يز | نه | يط | مط | مز | يب | نه | ى | ل |
| كج | يز | لز | يط | ك | مح | يب | مح | ى | يب |
| كد | يز | يط | يح | نب | مط | يب | ما | ط | نه |
| كه | يز | ب | يح | كد | ن | يب | لد | ط | لح |



| Almucantars of Latitude 33: hours 14;13 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 30 | 15 | 36 | 4 | | | | | |
| 1 | 29 | 19 | 34 | 57 | 26 | 16 | 46 | 17 | 58 |
| 2 | 28 | 26 | 33 | 53 | 27 | 16 | 30 | 17 | 32 |
| 3 | 27 | 39 | 32 | 52 | 28 | 16 | 15 | 17 | 6 |
| 4 | 26 | 48 | 31 | 53 | 29 | 16 | 0 | 16 | 41 |
| 5 | 26 | 4 | 30 | 58 | 30 | 15 | 46 | 16 | 17 |
| 6 | 25 | 22 | 30 | 5 | 31 | 15 | 33 | 15 | 53 |
| 7 | 24 | 43 | 29 | 15 | 32 | 15 | 20 | 15 | 30 |
| 8 | 24 | 6 | 28 | 27 | 33 | 15 | 8 | 15 | 8 |
| 9 | 23 | 31 | 27 | 41 | 34 | 14 | 56 | 14 | 46 |
| 10 | 22 | 56 | 26 | 56 | 35 | 14 | 44 | 14 | 24 |
| 11 | 22 | 24 | 26 | 13 | 36 | 14 | 33 | 14 | 2 |
| 12 | 21 | 54 | 25 | 32 | 37 | 14 | 22 | 13 | 41 |
| 13 | 21 | 25 | 24 | 53 | 38 | 14 | 12 | 13 | 21 |
| 14 | 20 | 57 | 24 | 14 | 39 | 14 | 2 | 13 | 0 |
| 15 | 20 | 30 | 23 | 37 | 40 | 13 | 53 | 12 | 41 |
| 16 | 20 | 5 | 23 | 1 | 41 | 13 | 43 | 12 | 21 |
| 17 | 19 | 41 | 22 | 27 | 42 | 13 | 35 | 12 | 2 |
| 18 | 19 | 18 | 21 | 53 | 43 | 13 | 26 | 11 | 43 |
| 19 | 18 | 56 | 21 | 21 | 44 | 13 | 18 | 11 | 24 |
| 20 | 18 | 36 | 20 | 50 | 45 | 13 | 10 | 11 | 6 |
| 21 | 18 | 15 | 20 | 19 | 46 | 13 | 2 | 10 | 48 |
| 22 | 17 | 55 | 19 | 49 | 47 | 12 | 55 | 10 | 30 |
| 23 | 17 | 37 | 19 | 20 | 48 | 12 | 48 | 10 | 12 |
| 24 | 17 | 19 | 18 | 52 | 49 | 12 | 41 | 9 | 55 |
| 25 | 17 | 2 | 18 | 24 | 50 | 12 | 34 | 9 | 38 |

| مقنطرات عرض لج ساعاته يد يج | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | يب | كح | ط | كا | عا | يا | ج | د | يز |
| نب | يب | كب | ط | د | عب | يا | ة | د | ج |
| نج | يب | يو | ح | مح | عج | ى | نح | ج | مط |
| ند | يب | ى | ح | لب | عد | ى | نو | ج | له |
| نه | يب | ه | ح | يو | عه | ى | ند | ج | كب |
| نو | يب | ة | ح | ة | عو | ى | نب | ج | ح |
| نز | يا | نه | ز | مد | عز | ى | ن | ب | ند |
| نح | يا | ن | ز | كط | عح | ى | مط | ب | ما |
| نط | يا | مه | ز | يج | عط | ى | مز | ب | كح |
| س | يا | ما | و | نح | ف | ى | مو | ب | يد |
| سا | يا | لز | و | مج | فا | ى | مه | ب | ا |
| سب | يا | لج | و | كح | فب | ى | مد | ا | مز |
| سج | يا | كط | و | يج | فج | ى | مج | ا | لد |
| سد | يا | كه | ه | نح | فد | ى | مب | ا | ك |
| سه | يا | كا | ه | مج | فه | ى | مب | ا | ز |
| سو | يا | يح | ه | كط | فو | ى | ما | ة | نج |
| سز | يا | يه | ه | يد | فز | ى | ما | ة | لط |
| سح | يا | يب | ه | ة | فح | ى | م | ة | كو |
| سط | يا | ط | د | مو | فط | ى | م | ة | يج |
| ع | يا | و | د | لب | ص | ى | م | ة | ة |

2 نج ] مج CD 3 لط ] لو* BT 4 نج ] مج T 5 د ] ه D 7 يه ] له B 9 لا ] ل BT 11
كد ] كو T 13 نج ] نب BT 14 نز ] ر C 16 ه ] ب B كج ] كب B ا ] نج B 18 يج ]
مح D 19 نو ] ر C, *lac.* D 20 لو ] له BT, *lac.* D 21 يه ] *lac.* D 22 نه ] ند C,
*lac.* D 23 لز ] م CD, لو T 24 يط ] كا B, ك T نب ] ند B 25 ب ] ج BT كد ] كه
BT 30 يه ] نو D مو ] ما B يز ] كب B 33 ح[1] ] ه D 38 كا ] ك BT 40 نج ] نب
BT ما ] مر BT 52 د ] ر T 53 يو ] نو C 58 كط ] كج BT 60 نج ] مج D 61 لز ]
لو B 62 كج ] كج BT 64 نج ] مج C 67 يد ] نو T 69 مو ] مر T 70 لب ] لا BT 72
د ] ر T 75 ند ] بد B 79 كج ] كر BT



| Almucantars of Latitude 33: | hours 14;13 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 12 | 28 | 9 | 21 | 71 | 11 | 3 | 4 | 17 |
| 52 | 12 | 22 | 9 | 4 | 72 | 11 | 0 | 4 | 3 |
| 53 | 12 | 16 | 8 | 48 | 73 | 10 | 58 | 3 | 49 |
| 54 | 12 | 10 | 8 | 32 | 74 | 10 | 56 | 3 | 35 |
| 55 | 12 | 5 | 8 | 16 | 75 | 10 | 54 | 3 | 22 |
| 56 | 12 | 0 | 8 | 0 | 76 | 10 | 52 | 3 | 8 |
| 57 | 11 | 55 | 7 | 44 | 77 | 10 | 50 | 2 | 54 |
| 58 | 11 | 50 | 7 | 29 | 78 | 10 | 49 | 2 | 41 |
| 59 | 11 | 45 | 7 | 13 | 79 | 10 | 47 | 2 | 28 |
| 60 | 11 | 41 | 6 | 58 | 80 | 10 | 46 | 2 | 14 |
| 61 | 11 | 37 | 6 | 43 | 81 | 10 | 45 | 2 | 1 |
| 62 | 11 | 33 | 6 | 28 | 82 | 10 | 44 | 1 | 47 |
| 63 | 11 | 29 | 6 | 13 | 83 | 10 | 43 | 1 | 34 |
| 64 | 11 | 25 | 5 | 58 | 84 | 10 | 42 | 1 | 20 |
| 65 | 11 | 21 | 5 | 43 | 85 | 10 | 42 | 1 | 7 |
| 66 | 11 | 18 | 5 | 29 | 86 | 10 | 41 | 0 | 53 |
| 67 | 11 | 15 | 5 | 14 | 87 | 10 | 41 | 0 | 39 |
| 68 | 11 | 12 | 5 | 0 | 88 | 10 | 40 | 0 | 26 |
| 69 | 11 | 9 | 4 | 46 | 89 | 10 | 40 | 0 | 13 |
| 70 | 11 | 6 | 4 | 32 | 90 | 10 | 40 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض لد ساعاته يد يط | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | كط | ح | له | ح | | | | | |
| ا | كح | يه | لد | د | كو | يو | يط | يز | مب |
| ب | كز | كه | لج | ج | كز | يو | د | يز | يو |
| ج | كو | لز | لب | د | كح | يه | ن | يو | نب |
| د | كه | نج | لا | ط | كط | يه | لو | يو | كز |
| ه | كه | يا | ل | يو | ل | يه | كج | يو | د |
| و | كد | لب | كط | كو | لا | يه | ي | يه | ما |
| ز | كج | نه | كح | لح | لب | يد | نح | يه | يح |
| ح | كج | يط | كز | نا | لج | يد | مو | يد | نو |
| ط | كب | مو | كز | ز | لد | يد | لد | يد | لد |
| ي | كب | يد | كو | كد | له | يد | كج | يد | يج |
| يا | كا | مج | كه | مج | لو | يد | يب | يج | نب |
| يب | كا | يد | كه | ج | لز | يد | ب | يج | لا |
| يج | ك | مز | كد | كه | لح | يج | نب | يج | يا |
| يد | ك | ك | كج | مح | لط | يج | مج | يب | نا |
| يه | يط | نه | كج | يب | م | يج | لد | يب | لب |
| يو | يط | ل | كب | لز | ما | يج | كه | يب | يج |
| يز | يط | ز | كب | ج | مب | يج | يو | يا | ند |
| يح | يح | مه | كا | لا | مج | يج | ح | يا | له |
| يط | يح | كه | كا | ة | مد | يج | ة | يا | يو |
| ك | يح | ه | ك | ل | مه | يب | نب | ي | نح |
| كا | يز | مو | ك | ة | مو | يب | مد | ي | م |
| كب | يز | كز | يط | لا | مز | يب | لز | ي | كج |
| كج | يز | ط | يط | ج | مح | يب | ل | ي | ه |
| كد | يو | نب | يح | له | مط | يب | كج | ط | مح |
| كه | يو | له | يح | ح | ن | يب | يز | ط | لا |



| Almucantars of Latitude 34: hours 14;19 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 29 | 8 | 35 | 8 | | | | | |
| 1 | 28 | 15 | 34 | 4 | 26 | 16 | 19 | 17 | 42 |
| 2 | 27 | 25 | 33 | 3 | 27 | 16 | 4 | 17 | 16 |
| 3 | 26 | 37 | 32 | 4 | 28 | 15 | 50 | 16 | 52 |
| 4 | 25 | 53 | 31 | 9 | 29 | 15 | 36 | 16 | 27 |
| 5 | 25 | 11 | 30 | 16 | 30 | 15 | 23 | 16 | 4 |
| 6 | 24 | 32 | 29 | 26 | 31 | 15 | 10 | 15 | 41 |
| 7 | 23 | 55 | 28 | 38 | 32 | 14 | 58 | 15 | 18 |
| 8 | 23 | 19 | 27 | 51 | 33 | 14 | 46 | 14 | 56 |
| 9 | 22 | 46 | 27 | 7 | 34 | 14 | 34 | 14 | 34 |
| 10 | 22 | 14 | 26 | 24 | 35 | 14 | 23 | 14 | 13 |
| 11 | 21 | 43 | 25 | 43 | 36 | 14 | 12 | 13 | 52 |
| 12 | 21 | 14 | 25 | 3 | 37 | 14 | 2 | 13 | 31 |
| 13 | 20 | 47 | 24 | 25 | 38 | 13 | 52 | 13 | 11 |
| 14 | 20 | 20 | 23 | 48 | 39 | 13 | 43 | 12 | 51 |
| 15 | 19 | 55 | 23 | 12 | 40 | 13 | 34 | 12 | 32 |
| 16 | 19 | 30 | 22 | 37 | 41 | 13 | 25 | 12 | 13 |
| 17 | 19 | 7 | 22 | 3 | 42 | 13 | 16 | 11 | 54 |
| 18 | 18 | 45 | 21 | 31 | 43 | 13 | 8 | 11 | 35 |
| 19 | 18 | 25 | 21 | 0 | 44 | 13 | 0 | 11 | 16 |
| 20 | 18 | 5 | 20 | 30 | 45 | 12 | 52 | 10 | 58 |
| 21 | 17 | 46 | 20 | 0 | 46 | 12 | 44 | 10 | 40 |
| 22 | 17 | 27 | 19 | 31 | 47 | 12 | 37 | 10 | 23 |
| 23 | 17 | 9 | 19 | 3 | 48 | 12 | 30 | 10 | 5 |
| 24 | 16 | 52 | 18 | 35 | 49 | 12 | 23 | 9 | 48 |
| 25 | 16 | 35 | 18 | 8 | 50 | 12 | 17 | 9 | 31 |

| مقنطرات عرض لد ساعاته يد يط | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | يب | يا | ط | يه | عا | ى | مط | د | يه |
| نب | يب | ه | ح | نح | عب | ى | مز | د | ا |
| نج | يا | نط | ح | مب | عج | ى | مه | ج | مز |
| ند | يا | ند | ح | كو | عد | ى | مج | ج | لج |
| نه | يا | مط | ح | يا | عه | ى | ما | ج | ك |
| نو | يا | مد | ز | نه | عو | ى | لط | ج | و |
| نز | يا | لط | ز | لط | عز | ى | لز | ب | نج |
| نح | يا | لد | ز | كد | عح | ى | لو | ب | م |
| نط | يا | ل | ز | ط | عط | ى | لد | ب | كو |
| س | يا | كو | و | ند | ف | ى | لج | ب | يج |
| سا | يا | كب | و | لط | فا | ى | لب | ب | ة |
| سب | يا | يح | و | كد | فب | ى | ل | ا | مو |
| سج | يا | يد | و | ط | فج | ى | كط | ا | لج |
| سد | يا | ى | ه | ند | فد | ى | كح | ا | يو |
| سه | يا | ز | ه | م | فه | ى | كح | ا | و |
| سو | يا | ج | ه | كه | فو | ى | كح | ة | نج |
| سز | يا | ة | ه | يا | فز | ى | كز | ة | لط |
| سح | ى | نز | د | نز | فح | ى | كز | ة | كو |
| سط | ى | نه | د | مج | فط | ى | كز | ة | يج |
| ع | ى | نب | د | كط | ص | ى | كز | ة | ة |

2 ج ] ح B 4 نج ] ند B, ند T 9 ز ] نا T 13 مز ] مو BT 14 ك² ] نط 15 نه ] لد B, ند T 17 ج ] د B 24 له ] *illeg.* D 28 نب ] نا BT, سب D 29 كز ] كد T 35 يج ] ج T 45 نج ] ند B, نج T 46 مد ] مر B 47 لز ] لو T لج ] كب BT 48 ل ] كه B, كط T 54 ند ] نج BT 55 مط ] مج BT يا ] ى BT 56 مد ] مج BT 62 كد ] ند CD 73 مز ] مو T 80 يج ] نج CD 84 يو ] نط* BT 85 و ] بو B



| Almucantars of Latitude 34: hours 14;19 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 12 | 11 | 9 | 15 | 71 | 10 | 49 | 4 | 15 |
| 52 | 12 | 5 | 8 | 58 | 72 | 10 | 47 | 4 | 1 |
| 53 | 11 | 59 | 8 | 42 | 73 | 10 | 45 | 3 | 47 |
| 54 | 11 | 54 | 8 | 26 | 74 | 10 | 43 | 3 | 33 |
| 55 | 11 | 49 | 8 | 11 | 75 | 10 | 41 | 3 | 20 |
| 56 | 11 | 44 | 7 | 55 | 76 | 10 | 39 | 3 | 6 |
| 57 | 11 | 39 | 7 | 39 | 77 | 10 | 37 | 2 | 53 |
| 58 | 11 | 34 | 7 | 24 | 78 | 10 | 36 | 2 | 40 |
| 59 | 11 | 30 | 7 | 9 | 79 | 10 | 34 | 2 | 26 |
| 60 | 11 | 26 | 6 | 54 | 80 | 10 | 33 | 2 | 13 |
| 61 | 11 | 22 | 6 | 39 | 81 | 10 | 32 | 2 | 0 |
| 62 | 11 | 18 | 6 | 24 | 82 | 10 | 30 | 1 | 46 |
| 63 | 11 | 14 | 6 | 9 | 83 | 10 | 29 | 1 | 33 |
| 64 | 11 | 10 | 5 | 54 | 84 | 10 | 28 | 1 | 16 |
| 65 | 11 | 7 | 5 | 40 | 85 | 10 | 28 | 1 | 6 |
| 66 | 11 | 3 | 5 | 25 | 86 | 10 | 28 | 0 | 53 |
| 67 | 11 | 0 | 5 | 11 | 87 | 10 | 27 | 0 | 39 |
| 68 | 10 | 57 | 4 | 57 | 88 | 10 | 27 | 0 | 26 |
| 69 | 10 | 55 | 4 | 43 | 89 | 10 | 27 | 0 | 13 |
| 70 | 10 | 52 | 4 | 29 | 90 | 10 | 27 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض له ساعاته يد كه | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | كح | ج | لد | يه | | | | | |
| ا | كز | يد | لج | يد | كو | يه | ند | يز | كز |
| ب | كو | كو | لب | يه | كز | يه | م | يز | ب |
| ج | كه | مب | لا | ك | كح | يه | كو | يو | لح |
| د | كه | ة | ل | كز | كط | يه | يج | يو | يد |
| ه | كد | كا | كط | لز | ل | يه | ة | يه | نا |
| و | كج | مد | كح | مط | لا | يد | مز | يه | كح |
| ز | كج | ح | كح | ب | لب | يد | له | يه | و |
| ح | كب | له | كز | يح | لج | يد | كد | يد | مد |
| ط | كب | ج | كو | له | لد | يد | يج | يد | كج |
| ى | كا | لب | كه | نج | له | يد | ب | يد | ب |
| يا | كا | د | كه | يد | لو | يج | نب | يج | مب |
| يب | ك | لو | كد | لو | لز | يج | مب | يج | ك |
| يج | ك | ط | كج | نح | لح | يج | لج | يج | ب |
| يد | يط | مد | كج | كب | لط | يج | كج | يب | مب |
| يه | يط | ك | كب | مح | م | يج | يد | يب | كج |
| يو | يح | نز | كب | يد | ما | يج | ه | يب | د |
| يز | يح | له | كا | مب | مب | يب | نز | يا | مه |
| يح | يح | يد | كا | ى | مج | يب | مط | يا | كز |
| يط | يز | ند | ك | م | مد | يب | مب | يا | ط |
| ك | يز | له | ك | ى | مه | يب | لد | ى | نا |
| كا | يز | يو | يط | ما | مو | يب | كز | ى | لج |
| كب | يو | نط | يط | يج | مز | يب | ك | ى | يو |
| كج | يو | مب | يح | مو | مح | يب | يج | ط | نط |
| كد | يو | كه | يح | يط | مط | يب | و | ط | مب |
| كه | يو | ى | يز | نج | ن | يب | ة | ط | كه |



| Almucantars of Latitude 35: hours 14;25 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 28 | 3 | 34 | 15 | | | | | |
| 1 | 27 | 14 | 33 | 14 | 26 | 15 | 54 | 17 | 27 |
| 2 | 26 | 26 | 32 | 15 | 27 | 15 | 40 | 17 | 2 |
| 3 | 25 | 42 | 31 | 20 | 28 | 15 | 26 | 16 | 38 |
| 4 | 25 | 0 | 30 | 27 | 29 | 15 | 13 | 16 | 14 |
| 5 | 24 | 21 | 29 | 37 | 30 | 15 | 0 | 15 | 51 |
| 6 | 23 | 44 | 28 | 49 | 31 | 14 | 47 | 15 | 28 |
| 7 | 23 | 8 | 28 | 2 | 32 | 14 | 35 | 15 | 6 |
| 8 | 22 | 35 | 27 | 18 | 33 | 14 | 24 | 14 | 44 |
| 9 | 22 | 3 | 26 | 35 | 34 | 14 | 13 | 14 | 23 |
| 10 | 21 | 32 | 25 | 53 | 35 | 14 | 2 | 14 | 2 |
| 11 | 21 | 4 | 25 | 14 | 36 | 13 | 52 | 13 | 42 |
| 12 | 20 | 36 | 24 | 36 | 37 | 13 | 42 | 13 | 20 |
| 13 | 20 | 9 | 23 | 58 | 38 | 13 | 33 | 13 | 2 |
| 14 | 19 | 44 | 23 | 22 | 39 | 13 | 23 | 12 | 42 |
| 15 | 19 | 20 | 22 | 48 | 40 | 13 | 14 | 12 | 23 |
| 16 | 18 | 57 | 22 | 14 | 41 | 13 | 5 | 12 | 4 |
| 17 | 18 | 35 | 21 | 42 | 42 | 12 | 57 | 11 | 45 |
| 18 | 18 | 14 | 21 | 10 | 43 | 12 | 49 | 11 | 27 |
| 19 | 17 | 54 | 20 | 40 | 44 | 12 | 42 | 11 | 9 |
| 20 | 17 | 35 | 20 | 10 | 45 | 12 | 34 | 10 | 51 |
| 21 | 17 | 16 | 19 | 41 | 46 | 12 | 27 | 10 | 33 |
| 22 | 16 | 59 | 19 | 13 | 47 | 12 | 20 | 10 | 16 |
| 23 | 16 | 42 | 18 | 46 | 48 | 12 | 13 | 9 | 59 |
| 24 | 16 | 25 | 18 | 19 | 49 | 12 | 6 | 9 | 42 |
| 25 | 16 | 10 | 17 | 53 | 50 | 12 | 0 | 9 | 25 |

*Note:* For the table of latitude 35 D has wild values and was therefore not included in the collation.

| مقنطرات عرض له ساعاته يد كه | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | يا | نه | ط | ط | عا | ى | له | د | يب |
| نب | يا | مط | ح | نج | عب | ى | لج | ج | نط |
| نج | يا | مد | ح | لز | عج | ى | لا | ج | مه |
| ند | يا | لح | ح | كا | عد | ى | كط | ج | لا |
| نه | يا | لج | ح | ه | عه | ى | كز | ج | يح |
| نو | يا | كح | ز | ن | عو | ى | كه | ج | ه |
| نز | يا | كد | ز | له | عز | ى | كد | ب | نا |
| نح | يا | يط | ز | يط | عح | ى | كب | ب | لح |
| نط | يا | يد | ز | د | عط | ى | كا | ب | كه |
| س | يا | ى | و | مط | ف | ى | يط | ب | يا |
| سا | يا | و | و | لد | فا | ى | يح | ا | نح |
| سب | يا | ج | و | ك | فب | ى | يز | ا | مه |
| سج | ى | نط | و | ه | فج | ى | يو | ا | لب |
| سد | ى | نه | ه | ن | فد | ى | يه | ا | يح |
| سه | ى | نب | ه | لو | فه | ى | يه | ا | ه |
| سو | ى | مط | ه | كب | فو | ى | يد | ه̄ | نب |
| سز | ى | مو | ه | ح | فز | ى | يد | ه̄ | لط |
| سح | ى | مج | د | ند | فح | ى | يد | ه̄ | كو |
| سط | ى | م | د | م | فط | ى | يد | ه̄ | يج |
| ع | ى | لح | د | كو | ص | ى | يد | ه̄ | ه̄ |

1 يد[1] ] ند C, نج BT 4 كز ] كو B 6 مد ] مب B 9 ج ] ب T 10 لب ] لج BT نج ]
نج B 13 نج ] نح B, نج T, لج D 20 له ] مه B ى ] ح T 21 يو ] لو B 24 كه ] ك B
25 ى ] ط BT 26 كز ] كو T 27 م ] *illeg.* B 34 يد[2] ] نج T 37 ك ] كب* BT 45
مب ] ط B نط ] ى B 48 ط ] كه B 47 يو ] لب B لج ] كو T 46 كز ] ن B نا ]
نج B 50 ط ] *illeg.* B كه ] لر B 51 ط[2] ] كا B 52 ح ] ط B نج ] ه B 53 لز ] ن B
54 كا ] له B 58 يط[1] ] ط B 59 يد ] ند D 62 ك ] كه B 65 نب ] س C 70 كو ] بو
C 73 مه ] مد B 75 كز ] كو T 76 ه ] د BT 77 كد ] كج B 79 كا ] ك BT كه ] كد
BT 82 يز ] بو B مه ] مد BT 83 لب ] لا BT



| Almucantars of Latitude 35: hours 14;25 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 11 | 55 | 9 | 9 | 71 | 10 | 35 | 4 | 12 |
| 52 | 11 | 49 | 8 | 53 | 72 | 10 | 33 | 3 | 59 |
| 53 | 11 | 44 | 8 | 37 | 73 | 10 | 31 | 3 | 45 |
| 54 | 11 | 38 | 8 | 21 | 74 | 10 | 29 | 3 | 31 |
| 55 | 11 | 33 | 8 | 5 | 75 | 10 | 27 | 3 | 18 |
| 56 | 11 | 28 | 7 | 50 | 76 | 10 | 25 | 3 | 5 |
| 57 | 11 | 24 | 7 | 35 | 77 | 10 | 24 | 2 | 51 |
| 58 | 11 | 19 | 7 | 19 | 78 | 10 | 22 | 2 | 38 |
| 59 | 11 | 14 | 7 | 4 | 79 | 10 | 21 | 2 | 25 |
| 60 | 11 | 10 | 6 | 49 | 80 | 10 | 19 | 2 | 11 |
| 61 | 11 | 6 | 6 | 34 | 81 | 10 | 18 | 1 | 58 |
| 62 | 11 | 3 | 6 | 20 | 82 | 10 | 17 | 1 | 45 |
| 63 | 10 | 59 | 6 | 5 | 83 | 10 | 16 | 1 | 32 |
| 64 | 10 | 55 | 5 | 50 | 84 | 10 | 15 | 1 | 18 |
| 65 | 10 | 52 | 5 | 36 | 85 | 10 | 15 | 1 | 5 |
| 66 | 10 | 49 | 5 | 22 | 86 | 10 | 14 | 0 | 52 |
| 67 | 10 | 46 | 5 | 8 | 87 | 10 | 14 | 0 | 39 |
| 68 | 10 | 43 | 4 | 54 | 88 | 10 | 14 | 0 | 26 |
| 69 | 10 | 40 | 4 | 40 | 89 | 10 | 14 | 0 | 13 |
| 70 | 10 | 38 | 4 | 26 | 90 | 10 | 14 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض لو ساعاته يد ل | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | كز | ج | لج | كو | | | | | |
| ا | كو | يه | لب | كز | كو | يه | كط | يز | يب |
| ب | كه | لا | لا | لا | كز | يه | يه | يو | مح |
| ج | كد | مط | ل | لح | كح | يه | ب | يو | كد |
| د | كد | ى | كط | مح | كط | يد | مط | يو | ا |
| ه | كج | لج | كط | ○ | ل | يد | لو | يه | لط |
| و | كب | نز | كح | يج | لا | يد | ب | يه | يو |
| ز | كب | كد | كز | كط | لب | يد | يد | يد | نه |
| ح | كا | نب | كو | مو | لج | يد | ب | يد | لج |
| ط | كا | كا | كو | د | لد | يج | نب | يد | يب |
| ى | ك | يج | كه | كه | له | يج | ما | يج | نا |
| يا | ك | كه | كد | مو | لو | يج | لا | يج | لا |
| يب | يط | نط | كد | ط | لز | يج | كا | يج | يب |
| يج | يط | لج | كج | لج | لح | يج | يب | يب | نب |
| يد | يط | ط | كب | نح | لط | يج | د | يب | لج |
| يه | يح | مو | كب | كد | م | يب | نه | يب | يد |
| يو | يح | كد | كا | نب | ما | يب | مز | يا | نو |
| يز | يح | د | كا | كا | مب | يب | لط | يا | لز |
| يح | يز | مج | ك | ن | مج | يب | لا | يا | يط |
| يط | يز | كد | ك | ك | مد | يب | كج | يا | ا |
| ك | يز | ه | يط | نا | مه | يب | يو | ى | مج |
| كا | يو | مح | يط | كج | مو | يب | ى | ى | كز |
| كب | يو | لا | يح | نو | مز | يب | ج | ى | ط |
| كج | يو | يه | يح | كط | مح | يا | نو | ط | نب |
| كد | يه | نط | يح | ج | مط | يا | ن | ط | لو |
| كه | يه | مج | يز | لز | ن | يا | مد | ط | يط |



| Almucantars of Latitude 36: hours 14;30 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 27 | 3 | 33 | 26 | | | | | |
| 1 | 26 | 15 | 32 | 27 | 26 | 15 | 29 | 17 | 12 |
| 2 | 25 | 31 | 31 | 31 | 27 | 15 | 15 | 16 | 48 |
| 3 | 24 | 49 | 30 | 38 | 28 | 15 | 2 | 16 | 24 |
| 4 | 24 | 10 | 29 | 48 | 29 | 14 | 49 | 16 | 1 |
| 5 | 23 | 33 | 29 | 0 | 30 | 14 | 36 | 15 | 39 |
| 6 | 22 | 57 | 28 | 13 | 31 | 14 | 2 | 15 | 16 |
| 7 | 22 | 24 | 27 | 29 | 32 | 14 | 14 | 14 | 55 |
| 8 | 21 | 52 | 26 | 46 | 33 | 14 | 2 | 14 | 33 |
| 9 | 21 | 21 | 26 | 4 | 34 | 13 | 52 | 14 | 12 |
| 10 | 20 | 53 | 25 | 25 | 35 | 13 | 41 | 13 | 51 |
| 11 | 20 | 25 | 24 | 46 | 36 | 13 | 31 | 13 | 31 |
| 12 | 19 | 59 | 24 | 9 | 37 | 13 | 21 | 13 | 12 |
| 13 | 19 | 33 | 23 | 33 | 38 | 13 | 12 | 12 | 52 |
| 14 | 19 | 9 | 22 | 58 | 39 | 13 | 4 | 12 | 33 |
| 15 | 18 | 46 | 22 | 24 | 40 | 12 | 55 | 12 | 14 |
| 16 | 18 | 24 | 21 | 52 | 41 | 12 | 47 | 11 | 56 |
| 17 | 18 | 4 | 21 | 21 | 42 | 12 | 39 | 11 | 37 |
| 18 | 17 | 43 | 20 | 50 | 43 | 12 | 31 | 11 | 19 |
| 19 | 17 | 24 | 20 | 20 | 44 | 12 | 23 | 11 | 1 |
| 20 | 17 | 5 | 19 | 51 | 45 | 12 | 16 | 10 | 43 |
| 21 | 16 | 48 | 19 | 23 | 46 | 12 | 10 | 10 | 27 |
| 22 | 16 | 31 | 18 | 56 | 47 | 12 | 3 | 10 | 9 |
| 23 | 16 | 15 | 18 | 29 | 48 | 11 | 56 | 9 | 52 |
| 24 | 15 | 59 | 18 | 3 | 49 | 11 | 50 | 9 | 36 |
| 25 | 15 | 43 | 17 | 37 | 50 | 11 | 44 | 9 | 19 |

| مقنطرات عرض لو ساعاته يد ل | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | يا | لح | ط | ج | عا | ى | كب | د | ى |
| نب | يا | لج | ح | مز | عب | ى | ك | ج | نز |
| نج | يا | كح | ح | لب | عج | ى | يح | ج | مج |
| ند | يا | كج | ح | يو | عد | ى | يو | ج | ل |
| نه | يا | يح | ح | ا | عه | ى | يد | ج | يز |
| نو | يا | يج | ز | مه | عو | ى | يب | ج | ج |
| نز | يا | ح | ز | ل | عز | ى | يا | ب | ن |
| نح | يا | د | ز | يه | عح | ى | ط | ب | لو |
| نط | يا | ō | ز | ō | عط | ى | ز | ب | كج |
| س | ى | نه | و | مه | ف | ى | و | ب | ى |
| سا | ى | نا | و | ل | فا | ى | ه | ا | نز |
| سب | ى | مح | و | يو | فب | ى | د | ا | مد |
| سج | ى | مه | و | ب | فج | ى | ج | ا | لا |
| سد | ى | ما | ه | مز | فد | ى | ب | ا | يح |
| سه | ى | لح | ه | لج | فه | ى | ب | ا | ه |
| سو | ى | له | ه | يط | فو | ى | ا | ō | نب |
| سز | ى | لب | ه | ه | فز | ى | ا | ō | لط |
| سح | ى | كط | د | نا | فح | ى | ا | ō | كو |
| سط | ى | كز | د | لح | فط | ى | ا | ō | يج |
| ع | ى | كه | د | كد | ص | ى | ا | ō | ō |

1 كز ] كد T 3 لح ] مح B 6 نز ] كر CD, مخ BT يج ] مج B 8 نب ] كب CD 9 كا² ] كب BT 12 ط ] in corr. D 17 د ] ج BT 20 ه ] و BT 22 يح ] مخ BT 23 يه ] مد BT 24 نط ] مع B, مخ T 28 يه ] مد B ب ] نب B 30 لو ] لر BT 31 يو² ] ر BT 33 ب ] ج BT 37 يب ] يا BT 39 د ] ج BT 41 نو ] نه B 42 لز ] in corr. D 46 ى¹ ] ط BT كز ] كو BT 49 لو ] له BT 53 كح ] كج C لب ] لر CD, لا BT 55 ا ] ō BT 58 يه ] مد T 60 مه ] مد T 63 مه ] مد B 66 يط ] لط B 70 كه ] كد B 72 نز ] لر CD 74 ل ] لر CD 84 مح ] مج CD



| Almucantars of Latitude 36: hours 14;30 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 11 | 38 | 9 | 3 | 71 | 10 | 22 | 4 | 10 |
| 52 | 11 | 33 | 8 | 47 | 72 | 10 | 20 | 3 | 57 |
| 53 | 11 | 28 | 8 | 32 | 73 | 10 | 18 | 3 | 43 |
| 54 | 11 | 23 | 8 | 16 | 74 | 10 | 16 | 3 | 30 |
| 55 | 11 | 18 | 8 | 1 | 75 | 10 | 14 | 3 | 17 |
| 56 | 11 | 13 | 7 | 45 | 76 | 10 | 12 | 3 | 3 |
| 57 | 11 | 8 | 7 | 30 | 77 | 10 | 11 | 2 | 50 |
| 58 | 11 | 4 | 7 | 15 | 78 | 10 | 9 | 2 | 36 |
| 59 | 11 | 0 | 7 | 0 | 79 | 10 | 7 | 2 | 23 |
| 60 | 10 | 55 | 6 | 45 | 80 | 10 | 6 | 2 | 10 |
| 61 | 10 | 51 | 6 | 30 | 81 | 10 | 5 | 1 | 57 |
| 62 | 10 | 48 | 6 | 16 | 82 | 10 | 4 | 1 | 44 |
| 63 | 10 | 45 | 6 | 2 | 83 | 10 | 3 | 1 | 31 |
| 64 | 10 | 41 | 5 | 47 | 84 | 10 | 2 | 1 | 18 |
| 65 | 10 | 38 | 5 | 33 | 85 | 10 | 2 | 1 | 5 |
| 66 | 10 | 35 | 5 | 19 | 86 | 10 | 1 | 0 | 52 |
| 67 | 10 | 32 | 5 | 5 | 87 | 10 | 1 | 0 | 39 |
| 68 | 10 | 29 | 4 | 51 | 88 | 10 | 1 | 0 | 26 |
| 69 | 10 | 27 | 4 | 38 | 89 | 10 | 1 | 0 | 13 |
| 70 | 10 | 25 | 4 | 24 | 90 | 10 | 1 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض لز ساعاته يد لو | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | |
| [٠] | كو | د | لب | لح | | | | | | |
| ا | كه | يط | لا | مب | كو | يه | ه | يو | نط | |
| ب | كد | لح | ل | ن | كز | يد | نب | يو | له | |
| ج | كد | ة | ل | ة | كح | يد | لط | يو | يب | |
| د | كج | كب | كط | يا | كط | يد | كز | يه | مط | |
| ه | كب | مو | كح | كد | ل | يد | يد | يه | كو | |
| و | كب | يج | كز | م | لا | يد | ج | يه | ه | |
| ز | كا | ما | كو | نز | لب | يج | نب | يد | مج | |
| ح | كا | يا | كو | يو | لج | يج | ما | يد | كب | |
| ط | ك | مب | كه | لو | لد | يج | لا | يد | ب | |
| ى | ك | يد | كد | نز | له | يج | كا | يج | مب | |
| يا | يط | مح | كد | ك | لو | يج | يا | يج | كب | |
| يب | يط | كج | كج | مد | لز | يج | ب | يج | ب | |
| يج | يح | نط | كج | ط | لح | يب | نج | يب | مج | |
| يد | يح | له | كب | له | لط | يب | مه | يب | كه | |
| يه | يح | يد | كب | ج | م | يب | لز | يب | و | |
| يو | يز | ند | كا | لب | ما | يب | كح | يا | مز | |
| يز | يز | لج | كا | ا | مب | يب | ك | يا | كط | |
| يح | يز | يد | ك | لا | مج | يب | يج | يا | يا | |
| يط | يو | نه | ك | ب | مد | يب | و | ى | ند | |
| ك | يو | لز | يط | لج | مه | يا | نط | ى | لز | |
| كا | يو | ك | يط | و | مو | يا | نج | ى | ك | |
| كب | يو | د | يح | لط | مز | يا | مو | ى | ج | |
| كج | يه | مح | يح | يج | مح | يا | م | ط | مو | |
| كد | يه | لج | يز | مز | مط | يا | لد | ط | ل | |
| كه | يه | يط | يز | كج | ن | يا | كح | ط | يد | |



| Almucantars of Latitude 37: hours 14;36 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 26 | 4 | 32 | 38 | | | | | |
| 1 | 25 | 19 | 31 | 42 | 26 | 15 | 5 | 16 | 59 |
| 2 | 24 | 38 | 30 | 50 | 27 | 14 | 52 | 16 | 35 |
| 3 | 24 | 0 | 30 | 0 | 28 | 14 | 39 | 16 | 12 |
| 4 | 23 | 22 | 29 | 11 | 29 | 14 | 27 | 15 | 49 |
| 5 | 22 | 46 | 28 | 24 | 30 | 14 | 14 | 15 | 26 |
| 6 | 22 | 13 | 27 | 40 | 31 | 14 | 3 | 15 | 5 |
| 7 | 21 | 41 | 26 | 57 | 32 | 13 | 52 | 14 | 43 |
| 8 | 21 | 11 | 26 | 16 | 33 | 13 | 41 | 14 | 22 |
| 9 | 20 | 42 | 25 | 36 | 34 | 13 | 31 | 14 | 2 |
| 10 | 20 | 14 | 24 | 57 | 35 | 13 | 21 | 13 | 42 |
| 11 | 19 | 48 | 24 | 20 | 36 | 13 | 11 | 13 | 22 |
| 12 | 19 | 23 | 23 | 44 | 37 | 13 | 2 | 13 | 2 |
| 13 | 18 | 59 | 23 | 9 | 38 | 12 | 53 | 12 | 43 |
| 14 | 18 | 35 | 22 | 35 | 39 | 12 | 45 | 12 | 25 |
| 15 | 18 | 14 | 22 | 3 | 40 | 12 | 37 | 12 | 6 |
| 16 | 17 | 54 | 21 | 32 | 41 | 12 | 28 | 11 | 47 |
| 17 | 17 | 33 | 21 | 1 | 42 | 12 | 20 | 11 | 29 |
| 18 | 17 | 14 | 20 | 31 | 43 | 12 | 13 | 11 | 11 |
| 19 | 16 | 55 | 20 | 2 | 44 | 12 | 6 | 10 | 54 |
| 20 | 16 | 37 | 19 | 33 | 45 | 11 | 59 | 10 | 37 |
| 21 | 16 | 20 | 19 | 6 | 46 | 11 | 53 | 10 | 20 |
| 22 | 16 | 4 | 18 | 39 | 47 | 11 | 46 | 10 | 3 |
| 23 | 15 | 48 | 18 | 13 | 48 | 11 | 40 | 9 | 46 |
| 24 | 15 | 33 | 17 | 47 | 49 | 11 | 34 | 9 | 30 |
| 25 | 15 | 19 | 17 | 23 | 50 | 11 | 28 | 9 | 14 |

| مقنطرات عرض لز ساعاته يد لو | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | يا | كج | ح | نح | عا | ى | ح | د | ح |
| نب | يا | يز | ح | مب | عب | ى | و | ج | ند |
| نج | يا | يب | ح | كو | عج | ى | د | ج | ما |
| ند | يا | ز | ح | يا | عد | ى | ب | ج | كح |
| نه | يا | ج | ز | نو | عه | ى | ا | ج | يه |
| نو | ى | نح | ز | ما | عو | ط | نط | ج | ا |
| نز | ى | ند | ز | كو | عز | ط | نح | ب | مح |
| نح | ى | مط | ز | يا | عح | ط | نو | ب | له |
| نط | ى | مه | و | نو | عط | ط | نه | ب | كب |
| س | ى | ما | و | ما | ف | ط | نج | ب | ط |
| سا | ى | لز | و | كز | فا | ط | نا | ا | نو |
| سب | ى | لج | و | يب | فب | ط | نا | ا | مج |
| سج | ى | ل | ه | نح | فج | ط | مط | ا | ل |
| سد | ى | كز | ه | مد | فد | ط | مح | ا | يز |
| سه | ى | كد | ه | ل | فه | ط | مح | ا | د |
| سو | ى | كا | ه | يو | فو | ط | مح | ō | نا |
| سز | ى | يح | ه | ب | فز | ط | مح | ō | لط |
| سح | ى | يه | د | مح | فح | ط | مح | ō | كو |
| سط | ى | يج | د | له | فط | ط | مح | ō | يج |
| ع | ى | ى | د | كا | ص | ط | مح | ō | ō |

0 د ] ج T 1 يط ] كط* B 2 لح ] لط BT 3 كدō ] كج ه CD 6 يج ] نج C, مح B, ج T 13 نط ] ند B 14 له[1] ] مح B, لو T كب ] كج B 15 يد ] كج B 17 لج ] يج T 19 نه ] نو T 20 لج ] يج B, لد T 23 يج ] لج T 24 لج ] لد T 25 كج ] كب BT 26 نط ] مح B, نح T 27 نب ] لب CD 29 كز ] كو BT, ك D 30 كو ] *illeg.* D 31 يه ] ند B ه ] ج B, د T 39 مه ] مد T 40 لز ] لو BT يب ] با C 46 نج ] يج CD 55 ج ] ب T 61 لز ] لو BT كز ] كو BT 63 ل ] لب BT 67 ب ] ر CD 71 ح[1] ] ر BT ح[2] ] ن B, ر 73 د ] ه C, ج B 78 نو ] بو CD 81 نا ] نب* BT 82 نا ] *illeg.* D 83 مط ] ن* BT 84 مح ] مط* BT 85 ا ] *illeg.* D د ] ط B 87 لط ] لح BT 89 يج ] *illeg.* D



| Almucantars of Latitude 37: hours 14;36 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 11 | 23 | 8 | 58 | 71 | 10 | 8 | 4 | 8 |
| 52 | 11 | 17 | 8 | 42 | 72 | 10 | 6 | 3 | 54 |
| 53 | 11 | 12 | 8 | 26 | 73 | 10 | 4 | 3 | 41 |
| 54 | 11 | 7 | 8 | 11 | 74 | 10 | 2 | 3 | 28 |
| 55 | 11 | 3 | 7 | 56 | 75 | 10 | 1 | 3 | 15 |
| 56 | 10 | 58 | 7 | 41 | 76 | 9 | 59 | 3 | 1 |
| 57 | 10 | 54 | 7 | 26 | 77 | 9 | 58 | 2 | 48 |
| 58 | 10 | 49 | 7 | 11 | 78 | 9 | 56 | 2 | 35 |
| 59 | 10 | 45 | 6 | 56 | 79 | 9 | 55 | 2 | 22 |
| 60 | 10 | 41 | 6 | 41 | 80 | 9 | 53 | 2 | 9 |
| 61 | 10 | 37 | 6 | 27 | 81 | 9 | 51 | 1 | 56 |
| 62 | 10 | 33 | 6 | 12 | 82 | 9 | 51 | 1 | 43 |
| 63 | 10 | 30 | 5 | 58 | 83 | 9 | 49 | 1 | 30 |
| 64 | 10 | 27 | 5 | 44 | 84 | 9 | 48 | 1 | 17 |
| 65 | 10 | 24 | 5 | 30 | 85 | 9 | 48 | 1 | 4 |
| 66 | 10 | 21 | 5 | 16 | 86 | 9 | 48 | 0 | 51 |
| 67 | 10 | 18 | 5 | 2 | 87 | 9 | 48 | 0 | 39 |
| 68 | 10 | 15 | 4 | 48 | 88 | 9 | 48 | 0 | 26 |
| 69 | 10 | 13 | 4 | 35 | 89 | 9 | 48 | 0 | 13 |
| 70 | 10 | 10 | 4 | 21 | 90 | 9 | 48 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض لح ساعاته يد مب | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | كه | ح | لا | ند | | | | | |
| ا | كد | كز | لا | ا | كو | يد | ما | يو | مه |
| ب | كج | مح | ل | يا | كز | يد | كح | يو | كب |
| ج | كج | ى | كط | كب | كح | يد | يو | يه | نط |
| د | كب | له | كح | له | كط | يد | د | يه | لز |
| ه | كب | ب | كز | نا | ل | يج | نج | يه | يه |
| و | كا | ل | كز | ح | لا | يج | مب | يد | ند |
| ز | ك | نط | كو | كو | لب | يج | لا | يد | لج |
| ح | ك | ل | كه | مو | لج | يج | كا | يد | يب |
| ط | ك | ج | كه | ح | لد | يج | يا | يج | نب |
| ى | يط | لز | كد | لا | له | يج | ب | يج | لب |
| يا | يط | يب | كج | نه | لو | يب | نج | يج | يج |
| يب | يح | مح | كج | ك | لز | يب | مد | يب | ند |
| يج | يح | كه | كب | مو | لح | يب | له | يب | له |
| يد | يح | ج | كب | يج | لط | يب | كو | يب | يو |
| يه | يز | مب | كا | مب | م | يب | يح | يا | نح |
| يو | يز | كب | كا | يا | ما | يب | يا | يا | م |
| يز | يز | ج | ك | ما | مب | يب | ج | يا | كب |
| يح | يو | مه | ك | يب | مج | يا | نو | يا | د |
| يط | يو | كز | يط | مد | مد | يا | مط | ى | مز |
| ك | يو | ى | يط | يز | مه | يا | مب | ى | ل |
| كا | يه | ند | يح | ن | مو | يا | له | ى | يج |
| كب | يه | لح | يح | كد | مز | يا | كط | ط | نو |
| كج | يه | كج | يز | نح | مح | يا | كج | ط | م |
| كد | يه | ح | يز | لج | مط | يا | يح | ط | كد |
| كه | يد | ند | يز | ط | ن | يا | يب | ط | ح |



| Almucantars of Latitude 38: hours 14;42 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 25 | 8 | 31 | 54 | | | | | |
| 1 | 24 | 27 | 31 | 1 | 26 | 14 | 41 | 16 | 45 |
| 2 | 23 | 48 | 30 | 11 | 27 | 14 | 28 | 16 | 22 |
| 3 | 23 | 10 | 29 | 22 | 28 | 14 | 16 | 15 | 59 |
| 4 | 22 | 35 | 28 | 35 | 29 | 14 | 4 | 15 | 37 |
| 5 | 22 | 2 | 27 | 51 | 30 | 13 | 53 | 15 | 15 |
| 6 | 21 | 30 | 27 | 8 | 31 | 13 | 42 | 14 | 54 |
| 7 | 20 | 59 | 26 | 26 | 32 | 13 | 31 | 14 | 33 |
| 8 | 20 | 30 | 25 | 46 | 33 | 13 | 21 | 14 | 12 |
| 9 | 20 | 3 | 25 | 8 | 34 | 13 | 11 | 13 | 52 |
| 10 | 19 | 37 | 24 | 31 | 35 | 13 | 2 | 13 | 32 |
| 11 | 19 | 12 | 23 | 55 | 36 | 12 | 53 | 13 | 13 |
| 12 | 18 | 48 | 23 | 20 | 37 | 12 | 44 | 12 | 54 |
| 13 | 18 | 25 | 22 | 46 | 38 | 12 | 35 | 12 | 35 |
| 14 | 18 | 3 | 22 | 13 | 39 | 12 | 26 | 12 | 16 |
| 15 | 17 | 42 | 21 | 42 | 40 | 12 | 18 | 11 | 58 |
| 16 | 17 | 22 | 21 | 11 | 41 | 12 | 11 | 11 | 40 |
| 17 | 17 | 3 | 20 | 41 | 42 | 12 | 3 | 11 | 22 |
| 18 | 16 | 45 | 20 | 12 | 43 | 11 | 56 | 11 | 4 |
| 19 | 16 | 27 | 19 | 44 | 44 | 11 | 49 | 10 | 47 |
| 20 | 16 | 10 | 19 | 17 | 45 | 11 | 42 | 10 | 30 |
| 21 | 15 | 54 | 18 | 50 | 46 | 11 | 35 | 10 | 13 |
| 22 | 15 | 38 | 18 | 24 | 47 | 11 | 29 | 9 | 56 |
| 23 | 15 | 23 | 17 | 58 | 48 | 11 | 23 | 9 | 40 |
| 24 | 15 | 8 | 17 | 33 | 49 | 11 | 18 | 9 | 24 |
| 25 | 14 | 54 | 17 | 9 | 50 | 11 | 12 | 9 | 8 |

| مقنطرات عرض لح ساعاته يد مب | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | يا | ز | ح | نج | عا | ط | نه | د | و |
| نب | يا | ب | ح | لز | عب | ط | نج | ج | نج |
| نج | ى | نز | ح | كب | عج | ط | نا | ج | م |
| ند | ى | نب | ح | و | عد | ط | مط | ج | كو |
| نه | ى | مز | ز | نا | عه | ط | مز | ج | يج |
| نو | ى | مج | ز | لو | عو | ط | مو | ج | ō |
| نز | ى | لح | ز | كا | عز | ط | مج | ب | مو |
| نح | ى | لد | ز | و | عح | ط | مب | ب | لج |
| نط | ى | ل | و | نب | عط | ط | ما | ب | ك |
| س | ى | كز | و | لح | ف | ط | م | ب | ز |
| سا | ى | كج | و | كج | فا | ط | لط | ا | نه |
| سب | ى | يط | و | ط | فب | ط | لح | ا | مب |
| سج | ى | يو | ه | نه | فج | ط | لز | ا | كط |
| سد | ى | يج | ه | ما | فد | ط | لو | ا | يو |
| سه | ى | ى | ه | كز | فه | ط | لو | ا | ج |
| سو | ى | ز | ه | يج | فو | ط | له | ō | ن |
| سز | ى | د | د | نط | فز | ط | له | ō | لح |
| سح | ى | ا | د | مه | فح | ط | له | ō | كه |
| سط | ط | نط | د | لب | فط | ط | له | ō | يج |
| ع | ط | نز | د | يط | ص | ط | له | ō | ō |

0 ند ] لد D 3 ى ] يا BT 4 ^1^له ] لو BT ^2^له ] لو BT 5 نا ] با B 19 مد ] مه B,
illeg. D 20 يعط ] نط C 23 كج ] كد B 24 لج ] مج D 29 د ] مج C لز ] نز B 30 نج ]
مج C, نخ D 35 ب ] ج T 37 مد ] مه D 40 يح ] مج B نح ] مج B 44 مز ] مو T
45 ل ] له B 47 نو ] نج T 48 كج ] كخ D 51 نج ] مج C 53 كب ] كا BT 57 كا ] ط D
63 نه ] نط CBD 68 مه ] به B 69 لب ] لر B 70 نز ] ر BTD 73 نا ] با C 80 ز ]
ل D 81 نه ] ند BT 82 مب ] ما BT 83 كط ] كخ B 89 يج ] نح D



| Almucantars of Latitude 38: hours 14;42 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 11 | 7 | 8 | 53 | 71 | 9 | 55 | 4 | 6 |
| 52 | 11 | 2 | 8 | 37 | 72 | 9 | 53 | 3 | 53 |
| 53 | 10 | 57 | 8 | 22 | 73 | 9 | 51 | 3 | 40 |
| 54 | 10 | 52 | 8 | 6 | 74 | 9 | 49 | 3 | 26 |
| 55 | 10 | 47 | 7 | 51 | 75 | 9 | 47 | 3 | 13 |
| 56 | 10 | 43 | 7 | 36 | 76 | 9 | 46 | 3 | 0 |
| 57 | 10 | 38 | 7 | 21 | 77 | 9 | 43 | 2 | 46 |
| 58 | 10 | 34 | 7 | 6 | 78 | 9 | 42 | 2 | 33 |
| 59 | 10 | 30 | 6 | 52 | 79 | 9 | 41 | 2 | 20 |
| 60 | 10 | 27 | 6 | 38 | 80 | 9 | 40 | 2 | 7 |
| 61 | 10 | 23 | 6 | 23 | 81 | 9 | 39 | 1 | 55 |
| 62 | 10 | 19 | 6 | 9 | 82 | 9 | 38 | 1 | 42 |
| 63 | 10 | 16 | 5 | 55 | 83 | 9 | 37 | 1 | 29 |
| 64 | 10 | 13 | 5 | 41 | 84 | 9 | 36 | 1 | 16 |
| 65 | 10 | 10 | 5 | 27 | 85 | 9 | 36 | 1 | 3 |
| 66 | 10 | 7 | 5 | 13 | 86 | 9 | 35 | 0 | 50 |
| 67 | 10 | 4 | 4 | 59 | 87 | 9 | 35 | 0 | 38 |
| 68 | 10 | 1 | 4 | 45 | 88 | 9 | 35 | 0 | 25 |
| 69 | 9 | 59 | 4 | 32 | 89 | 9 | 35 | 0 | 13 |
| 70 | 9 | 57 | 4 | 19 | 90 | 9 | 35 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض لط ساعاته يد مح | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | |
| [٠] | كد | يه | لا | يج | | | | | |
| ا | كج | لو | ل | كب | كو | يد | يح | يو | لج |
| ب | كب | نط | كط | له | كز | يد | و | يو | ى |
| ج | كب | كد | كح | مز | كح | يج | ند | يه | مح |
| د | كا | ن | كح | ب | كط | يج | مج | يه | كو |
| ه | كا | يط | كز | يط | ل | يج | لب | يه | د |
| و | ك | مط | كو | لح | لا | يج | كا | يد | مج |
| ز | ك | ك | كه | نح | لب | يج | ى | يد | كب |
| ح | يط | نب | كه | يط | لج | يج | ٥ | يد | ب |
| ط | يط | كو | كد | مب | لد | يب | نا | يج | مب |
| ى | يط | ا | كد | و | له | يب | مب | يج | كج |
| يا | يح | لز | كج | لا | لو | يب | لج | يج | د |
| يب | يح | يد | كب | نز | لز | يب | كه | يب | مه |
| يج | يز | نب | كب | كد | لح | يب | يو | يب | كو |
| يد | يز | لا | كا | نب | لط | يب | ح | يب | ح |
| يه | يز | يا | كا | كب | م | يب | ٥ | يا | ن |
| يو | يو | نب | ك | نب | ما | يا | نب | يا | لب |
| يز | يو | لد | ك | كج | مب | يا | مه | يا | يد |
| يح | يو | يو | يط | ند | مج | يا | لح | ى | نز |
| يط | يه | نط | يط | كز | مد | يا | لا | ى | م |
| ك | يه | مج | يط | ٥ | مه | يا | كه | ى | كج |
| كا | يه | كز | يح | لد | مو | يا | يط | ى | ز |
| كب | يه | يج | يح | ط | مز | يا | يج | ط | نا |
| كج | يد | نح | يز | مد | مح | يا | ز | ط | لد |
| كد | يد | مد | يز | ك | مط | يا | ا | ط | يح |
| كه | يد | لا | يو | نو | ن | ى | نو | ط | ب |



| Almucantars of Latitude 39: hours 14;48 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 24 | 15 | 31 | 13 | | | | | |
| 1 | 23 | 36 | 30 | 22 | 26 | 14 | 18 | 16 | 33 |
| 2 | 22 | 59 | 29 | 35 | 27 | 14 | 6 | 16 | 10 |
| 3 | 22 | 24 | 28 | 47 | 28 | 13 | 54 | 15 | 48 |
| 4 | 21 | 50 | 28 | 2 | 29 | 13 | 43 | 15 | 26 |
| 5 | 21 | 19 | 27 | 19 | 30 | 13 | 32 | 15 | 4 |
| 6 | 20 | 49 | 26 | 38 | 31 | 13 | 21 | 14 | 43 |
| 7 | 20 | 20 | 25 | 58 | 32 | 13 | 10 | 14 | 22 |
| 8 | 19 | 52 | 25 | 19 | 33 | 13 | 0 | 14 | 2 |
| 9 | 19 | 26 | 24 | 42 | 34 | 12 | 51 | 13 | 42 |
| 10 | 19 | 1 | 24 | 6 | 35 | 12 | 42 | 13 | 23 |
| 11 | 18 | 37 | 23 | 31 | 36 | 12 | 33 | 13 | 4 |
| 12 | 18 | 14 | 22 | 57 | 37 | 12 | 25 | 12 | 45 |
| 13 | 17 | 52 | 22 | 24 | 38 | 12 | 16 | 12 | 26 |
| 14 | 17 | 31 | 21 | 52 | 39 | 12 | 8 | 12 | 8 |
| 15 | 17 | 11 | 21 | 22 | 40 | 12 | 0 | 11 | 50 |
| 16 | 16 | 52 | 20 | 52 | 41 | 11 | 52 | 11 | 32 |
| 17 | 16 | 34 | 20 | 23 | 42 | 11 | 45 | 11 | 14 |
| 18 | 16 | 16 | 19 | 54 | 43 | 11 | 38 | 10 | 57 |
| 19 | 15 | 59 | 19 | 27 | 44 | 11 | 31 | 10 | 40 |
| 20 | 15 | 43 | 19 | 0 | 45 | 11 | 25 | 10 | 23 |
| 21 | 15 | 27 | 18 | 34 | 46 | 11 | 19 | 10 | 7 |
| 22 | 15 | 13 | 18 | 9 | 47 | 11 | 13 | 9 | 51 |
| 23 | 14 | 58 | 17 | 44 | 48 | 11 | 7 | 9 | 34 |
| 24 | 14 | 44 | 17 | 20 | 49 | 11 | 1 | 9 | 18 |
| 25 | 14 | 31 | 16 | 56 | 50 | 10 | 56 | 9 | 2 |

| مقنطرات عرض لط ساعاته يد مح | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | ى | نا | ح | مز | عا | ط | مب | د | د |
| نب | ى | مو | ح | لب | عب | ط | م | ج | نا |
| نج | ى | مب | ح | يز | عج | ط | لح | ج | لح |
| ند | ى | لز | ح | ب | عد | ط | لو | ج | كد |
| نه | ى | لج | ز | مز | عه | ط | لد | ج | يا |
| نو | ى | كح | ز | لب | عو | ط | لب | ب | نح |
| نز | ى | كد | ز | يز | عز | ط | لا | ب | مه |
| نح | ى | ك | ز | ج | عح | ط | كط | ب | لب |
| نط | ى | يو | و | مح | عط | ط | كح | ب | يط |
| س | ى | يب | و | لد | ف | ط | كز | ب | و |
| سا | ى | ط | و | ك | فا | ط | كو | ا | ند |
| سب | ى | و | و | و | فب | ط | كه | ا | ما |
| سج | ى | ب | ه | نب | فج | ط | كد | ا | كح |
| سد | ط | نط | ه | لح | فد | ط | كد | ا | يو |
| سه | ط | نو | ه | كد | فه | ط | كج | ا | ج |
| سو | ط | نج | ه | ى | فو | ط | كج | ة | نا |
| سز | ط | نا | د | نز | فز | ط | كب | ة | لح |
| سح | ط | مح | د | مج | فح | ط | كب | ة | كه |
| سط | ط | مو | د | ل | فط | ط | كب | ة | يج |
| ع | ط | مد | د | يز | ص | ط | كب | ة | ة |

س ] نب 14 T لو ] لز 11 T لح ] نج 7 T لد* B, ند ] له B نط ] نط 2 T لر ] لو 1
و ] ز BT نح ] يط 46 T لد B, لط ] لب 41 BT كح ] كز 21 C نط ] يط 20 BT
] نو 65 B لد ] لز 54 D لح ] يج 49 B د ] ز 48 BT ن ] نا BT س ] يج 47 BT
84 B نه ] لد 75 T لد B, لر ] لح$^2$ 73 B مه ] مو 69 B نو ] نج 66 T ك ] كد B نح
BT س ] يج 89 B نح ] لح 87 BT ن ] نا BT كب ] لج 86 B نج ] يو



| Almucantars of Latitude 39: hours 14;48 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 10 | 51 | 8 | 47 | 71 | 9 | 42 | 4 | 4 |
| 52 | 10 | 46 | 8 | 32 | 72 | 9 | 40 | 3 | 51 |
| 53 | 10 | 42 | 8 | 17 | 73 | 9 | 38 | 3 | 38 |
| 54 | 10 | 37 | 8 | 2 | 74 | 9 | 36 | 3 | 24 |
| 55 | 10 | 33 | 7 | 47 | 75 | 9 | 34 | 3 | 11 |
| 56 | 10 | 28 | 7 | 32 | 76 | 9 | 32 | 2 | 58 |
| 57 | 10 | 24 | 7 | 17 | 77 | 9 | 31 | 2 | 45 |
| 58 | 10 | 20 | 7 | 3 | 78 | 9 | 29 | 2 | 32 |
| 59 | 10 | 16 | 6 | 48 | 79 | 9 | 28 | 2 | 19 |
| 60 | 10 | 12 | 6 | 34 | 80 | 9 | 27 | 2 | 6 |
| 61 | 10 | 9 | 6 | 20 | 81 | 9 | 26 | 1 | 54 |
| 62 | 10 | 6 | 6 | 6 | 82 | 9 | 25 | 1 | 41 |
| 63 | 10 | 2 | 5 | 52 | 83 | 9 | 24 | 1 | 28 |
| 64 | 9 | 59 | 5 | 38 | 84 | 9 | 24 | 1 | 16 |
| 65 | 9 | 56 | 5 | 24 | 85 | 9 | 23 | 1 | 3 |
| 66 | 9 | 53 | 5 | 10 | 86 | 9 | 23 | 0 | 51 |
| 67 | 9 | 51 | 4 | 57 | 87 | 9 | 22 | 0 | 38 |
| 68 | 9 | 48 | 4 | 43 | 88 | 9 | 22 | 0 | 25 |
| 69 | 9 | 46 | 4 | 30 | 89 | 9 | 22 | 0 | 13 |
| 70 | 9 | 44 | 4 | 17 | 90 | 9 | 22 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض م ساعاته يد ند | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | |
| [٠] | كج | كه | ل | لد | | | | | | |
| ا | كب | مح | كط | مه | كو | يج | نه | يو | ك | |
| ب | كب | يب | كح | نح | كز | يج | مج | يه | نز | |
| ج | كا | لط | كح | يح | كح | يج | لا | يه | له | |
| د | كا | ز | كز | ل | كط | يج | ك | يه | يد | |
| ه | ك | لز | كو | مط | ل | يج | ى | يد | نج | |
| و | ك | ط | كو | ط | لا | يج | ○ | يد | لج | |
| ز | يط | ما | كه | ل | لب | يب | نا | يد | يج | |
| ح | يط | يه | كد | يح | لج | يب | ما | يج | نج | |
| ط | يح | ن | كد | يز | لد | يب | لب | يج | لد | |
| ى | يح | كو | كج | مب | له | يب | كج | يج | يد | |
| يا | يح | ج | كج | ح | لو | يب | يد | يب | نه | |
| يب | يز | ما | كب | له | لز | يب | و | يب | لز | |
| يج | يز | كا | كب | د | لح | يا | نح | يب | يح | |
| يد | يز | ا | كا | لج | لط | يا | ن | يب | ○ | |
| يه | يو | مب | كا | ج | م | يا | مب | يا | مب | |
| يو | يو | كد | ك | لد | ما | يا | له | يا | كه | |
| يز | يو | و | ك | و | مب | يا | كح | يا | ح | |
| يح | يه | مط | يط | لح | مج | يا | كب | ى | نا | |
| يط | يه | لج | يط | يا | مد | يا | يه | ى | لد | |
| ك | يه | يز | يح | مه | مه | يا | ط | ى | يز | |
| كا | يه | ب | يح | يط | مو | يا | ج | ى | ا | |
| كب | يد | مح | يز | ند | مز | ى | نز | ط | مه | |
| كج | يد | لد | يز | ل | مح | ى | نا | ط | كط | |
| كد | يد | كا | يز | و | مط | ى | مو | ط | يج | |
| كه | يد | ح | يو | مج | ن | ى | ما | ح | نز | |



| Almucantars of Latitude 40: hours 14;54 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 23 | 25 | 30 | 34 | | | | | |
| 1 | 22 | 48 | 29 | 45 | 26 | 13 | 55 | 16 | 20 |
| 2 | 22 | 12 | 28 | 58 | 27 | 13 | 43 | 15 | 57 |
| 3 | 21 | 39 | 28 | 13 | 28 | 13 | 31 | 15 | 35 |
| 4 | 21 | 7 | 27 | 30 | 29 | 13 | 20 | 15 | 14 |
| 5 | 20 | 37 | 26 | 49 | 30 | 13 | 10 | 14 | 53 |
| 6 | 20 | 9 | 26 | 9 | 31 | 13 | 0 | 14 | 33 |
| 7 | 19 | 41 | 25 | 30 | 32 | 12 | 51 | 14 | 13 |
| 8 | 19 | 15 | 24 | 53 | 33 | 12 | 41 | 13 | 53 |
| 9 | 18 | 50 | 24 | 17 | 34 | 12 | 32 | 13 | 34 |
| 10 | 18 | 26 | 23 | 42 | 35 | 12 | 23 | 13 | 14 |
| 11 | 18 | 3 | 23 | 8 | 36 | 12 | 14 | 12 | 55 |
| 12 | 17 | 41 | 22 | 35 | 37 | 12 | 6 | 12 | 37 |
| 13 | 17 | 21 | 22 | 4 | 38 | 11 | 58 | 12 | 18 |
| 14 | 17 | 1 | 21 | 33 | 39 | 11 | 50 | 12 | 0 |
| 15 | 16 | 42 | 21 | 3 | 40 | 11 | 42 | 11 | 42 |
| 16 | 16 | 24 | 20 | 34 | 41 | 11 | 35 | 11 | 25 |
| 17 | 16 | 6 | 20 | 6 | 42 | 11 | 28 | 11 | 8 |
| 18 | 15 | 49 | 19 | 38 | 43 | 11 | 22 | 10 | 51 |
| 19 | 15 | 33 | 19 | 11 | 44 | 11 | 15 | 10 | 34 |
| 20 | 15 | 17 | 18 | 45 | 45 | 11 | 9 | 10 | 17 |
| 21 | 15 | 2 | 18 | 19 | 46 | 11 | 3 | 10 | 1 |
| 22 | 14 | 48 | 17 | 54 | 47 | 10 | 57 | 9 | 45 |
| 23 | 14 | 34 | 17 | 30 | 48 | 10 | 51 | 9 | 29 |
| 24 | 14 | 21 | 17 | 6 | 49 | 10 | 46 | 9 | 13 |
| 25 | 14 | 8 | 16 | 43 | 50 | 10 | 41 | 8 | 57 |

مقنطرات عرض م ساعاته يد ند

| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نا | ى | لو | ح | مب | عا | ط | كط | د | ب |
| نب | ى | لا | ح | كز | عب | ط | كز | حـ | مط |
| نج | ى | كو | ح | يب | عج | ط | كه | حـ | لو |
| ند | ى | كب | ز | نز | عد | ط | كج | حـ | كج |
| نه | ى | يز | ز | مب | عه | ط | كب | حـ | ى |
| نو | ى | يج | ز | كز | عو | ط | ك | ب | نز |
| نز | ى | ط | ز | يج | عز | ط | يح | ب | مد |
| نح | ى | ه | و | نح | عح | ط | يز | ب | لا |
| نط | ى | ا | و | مد | عط | ط | يو | ب | يح |
| س | ط | نح | و | ل | ف | ط | يه | ب | و |
| سا | ط | ند | و | يو | فا | ط | يد | ا | نج |
| سب | ط | نا | و | ب | فب | ط | يج | ا | م |
| سج | ط | مح | ه | مط | فج | ط | يب | ا | كح |
| سد | ط | مه | ه | له | فد | ط | يا | ا | يه |
| سه | ط | مب | ه | كا | فه | ى | يا | ا | ب |
| سو | ط | م | ه | ح | فو | ط | ى | ة | ن |
| سز | ط | لز | د | ند | فز | ط | ط | ة | لز |
| سح | ط | له | د | ما | فح | ط | ط | ة | كه |
| سط | ط | لج | د | كح | فط | ط | ط | ة | يب |
| ع | ط | لا | د | يه | ص | ط | ط | ة | ة |

2 نح ] يج CBD, كح T 8 يه ] نه B 9 يز ] نو T 12 له ] نه B 18 لح ] نح T 20 يز ]
نو T 21 يط ] نط C 26 ك ] ط T 32 يج ] نج C 34 لب ] لد T لد ] لز T 35 يد ]
نه B 36 نه ] نه C 37 لز ] لو BT 39 ة ] ك B 41 كه ] كد B 49 مو ] مه BT يج ]
نج D 50 ما ] م BT نز ] نو T 51 مب ] م CD 58 نح ] نج B 69 كح ] كو B 71 د ]
و T 76 نز ] ر B 79 يو ] نه B 80 يه ] يو B



| Almucantars of Latitude 40: hours 14;54 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 10 | 36 | 8 | 42 | 71 | 9 | 29 | 4 | 2 |
| 52 | 10 | 31 | 8 | 27 | 72 | 9 | 27 | 3 | 49 |
| 53 | 10 | 26 | 8 | 12 | 73 | 9 | 25 | 3 | 36 |
| 54 | 10 | 22 | 7 | 57 | 74 | 9 | 23 | 3 | 23 |
| 55 | 10 | 17 | 7 | 42 | 75 | 9 | 22 | 3 | 10 |
| 56 | 10 | 13 | 7 | 27 | 76 | 9 | 20 | 2 | 57 |
| 57 | 10 | 9 | 7 | 13 | 77 | 9 | 18 | 2 | 44 |
| 58 | 10 | 5 | 6 | 58 | 78 | 9 | 17 | 2 | 31 |
| 59 | 10 | 1 | 6 | 44 | 79 | 9 | 16 | 2 | 18 |
| 60 | 9 | 58 | 6 | 30 | 80 | 9 | 15 | 2 | 6 |
| 61 | 9 | 54 | 6 | 16 | 81 | 9 | 14 | 1 | 53 |
| 62 | 9 | 51 | 6 | 2 | 82 | 9 | 13 | 1 | 40 |
| 63 | 9 | 48 | 5 | 49 | 83 | 9 | 12 | 1 | 28 |
| 64 | 9 | 45 | 5 | 35 | 84 | 9 | 11 | 1 | 15 |
| 65 | 9 | 42 | 5 | 21 | 85 | 10 | 11 | 1 | 2 |
| 66 | 9 | 40 | 5 | 8 | 86 | 9 | 10 | 0 | 50 |
| 67 | 9 | 37 | 4 | 54 | 87 | 9 | 9 | 0 | 37 |
| 68 | 9 | 35 | 4 | 41 | 88 | 9 | 9 | 0 | 25 |
| 69 | 9 | 33 | 4 | 28 | 89 | 9 | 9 | 0 | 12 |
| 70 | 9 | 31 | 4 | 15 | 90 | 9 | 9 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض ما ساعاته يه ا | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | كب | لو | كط | نز | | | | | |
| ا | كب | ا | كط | ى | كو | يج | لد | يو | ط |
| ب | كا | كح | كح | كه | كز | يج | كب | يه | مز |
| ج | ك | نو | كز | مب | كح | يج | يا | يه | كه |
| د | ك | كو | كز | ō | كط | يج | ō | يه | د |
| ه | يط | نز | كو | ك | ل | يب | ن | يد | مج |
| و | يط | ل | كه | مب | لا | يب | م | يد | كج |
| ز | يط | د | كه | د | لب | يب | لا | يد | ج |
| ح | يح | لط | كد | كح | لج | يب | كب | يج | مد |
| ط | يح | يه | كج | نج | لد | يب | يج | يج | كه |
| ى | يز | نب | كج | يط | له | يب | د | يج | و |
| يا | يز | ل | كب | مو | لو | يا | نو | يب | مز |
| يب | يز | ى | كب | يه | لز | يا | مح | يب | كط |
| يج | يو | ن | كا | مد | لح | يا | م | يب | يا |
| يد | يو | لا | كا | يد | لط | يا | لج | يا | نج |
| يه | يو | يب | ك | مد | م | يا | كه | يا | له |
| يو | يه | نه | ك | يو | ما | يا | يح | يا | يح |
| يز | يه | لح | يط | مح | مب | يا | يا | يا | ا |
| يح | يه | كب | يط | كب | مج | يا | د | ى | مد |
| يط | يه | ز | يح | نو | مد | ى | نح | ى | كز |
| ك | يد | نب | يح | ل | مه | ى | نب | ى | يا |
| كا | يد | لز | يح | ه | مو | ى | مو | ط | نه |
| كب | يد | كد | يز | ما | مز | ى | ما | ط | لط |
| كج | يد | ى | يز | يز | مح | ى | لو | ط | كد |
| كد | يج | نز | يو | نج | مط | ى | لا | ط | ح |
| كه | يج | مه | يو | لا | ن | ى | كو | ح | نج |



| Almucantars of Latitude 41: hours 15;1 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 22 | 36 | 29 | 57 | | | | | |
| 1 | 22 | 1 | 29 | 10 | 26 | 13 | 34 | 16 | 9 |
| 2 | 21 | 28 | 28 | 25 | 27 | 13 | 22 | 15 | 47 |
| 3 | 20 | 56 | 27 | 42 | 28 | 13 | 11 | 15 | 25 |
| 4 | 20 | 26 | 27 | 0 | 29 | 13 | 0 | 15 | 4 |
| 5 | 19 | 57 | 26 | 20 | 30 | 12 | 50 | 14 | 43 |
| 6 | 19 | 30 | 25 | 42 | 31 | 12 | 40 | 14 | 23 |
| 7 | 19 | 4 | 25 | 4 | 32 | 12 | 31 | 14 | 3 |
| 8 | 18 | 39 | 24 | 28 | 33 | 12 | 22 | 13 | 44 |
| 9 | 18 | 15 | 23 | 53 | 34 | 12 | 13 | 13 | 25 |
| 10 | 17 | 52 | 23 | 19 | 35 | 12 | 4 | 13 | 6 |
| 11 | 17 | 30 | 22 | 46 | 36 | 11 | 56 | 12 | 47 |
| 12 | 17 | 10 | 22 | 15 | 37 | 11 | 48 | 12 | 29 |
| 13 | 16 | 50 | 21 | 44 | 38 | 11 | 40 | 12 | 11 |
| 14 | 16 | 31 | 21 | 14 | 39 | 11 | 33 | 11 | 53 |
| 15 | 16 | 12 | 20 | 44 | 40 | 11 | 25 | 11 | 35 |
| 16 | 15 | 55 | 20 | 16 | 41 | 11 | 18 | 11 | 18 |
| 17 | 15 | 38 | 19 | 48 | 42 | 11 | 11 | 11 | 1 |
| 18 | 15 | 22 | 19 | 22 | 43 | 11 | 4 | 10 | 44 |
| 19 | 15 | 7 | 18 | 56 | 44 | 10 | 58 | 10 | 27 |
| 20 | 14 | 52 | 18 | 30 | 45 | 10 | 52 | 10 | 11 |
| 21 | 14 | 37 | 18 | 5 | 46 | 10 | 46 | 9 | 55 |
| 22 | 14 | 24 | 17 | 41 | 47 | 10 | 41 | 9 | 39 |
| 23 | 14 | 10 | 17 | 17 | 48 | 10 | 36 | 9 | 24 |
| 24 | 13 | 57 | 16 | 53 | 49 | 10 | 31 | 9 | 8 |
| 25 | 13 | 45 | 16 | 31 | 50 | 10 | 26 | 8 | 53 |

| مقنطرات عرض مآ ساعاته يه آ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | 
| نا | ى | كا | ح | لح | عا | ط | يو | د | ة |
| نب | ى | يز | ح | كج | عب | ط | يد | ج | مز |
| نج | ى | يب | ح | ح | عج | ط | يب | ج | لد |
| ند | ى | ز | ز | نج | عد | ط | ى | ج | كا |
| نه | ى | ج | ز | لح | عه | ط | ح | ج | ح |
| نو | ط | نط | ز | كج | عو | ط | ز | ب | نه |
| نز | ط | نه | ز | ط | عز | ط | و | ب | مج |
| نح | ط | نا | و | نه | عح | ط | د | ب | ل |
| نط | ط | مح | و | ما | عط | ط | ج | ب | يز |
| س | ط | مد | و | كز | ف | ط | ب | ب | ه |
| سا | ط | ما | و | يج | فا | ط | ا | ا | نب |
| سب | ط | لز | ه | نط | فب | ط | ا | ا | م |
| سج | ط | لد | ه | مو | فج | ط | ة | ا | كز |
| سد | ط | لا | ه | لب | فد | ح | نط | ا | يه |
| سه | ط | كط | ه | يط | فه | ح | نح | ا | ب |
| سو | ط | كو | ه | ه | فو | ح | نح | ة | ن |
| سز | ط | كد | د | نب | فز | ح | نز | ة | لز |
| سح | ط | كب | د | لط | فح | ح | نز | ة | كه |
| سط | ط | ك | د | كو | فط | ح | نز | ة | يب |
| ع | ط | يح | د | يج | ص | ح | نز | ة | ة |

[tit.] الاقليم الخامس supra D  يه ا ] ة به T  0 نز ] ر C, م D  2 لح¹ ] كجا B  3 ك ] كا
CD نو ] بو D  10 نب ] س C, نحـ BT  11 ل ] لا BT  14 لا ] ل BT  17 لح ] لط
BT مح ] مط BT  18 كب¹ ] ك CD, كد B, كجا T  19 ز ] *om.* CD  20-22 *numeri in tertia columna positi in linea superiori* CD  20 نب ] س CD  21 لز ] لح BT  23
يز² ] لر B  24 يو ] نر B  نحـ ] نحـ B  35 د ] حـ T  38 م ] مح B  42 يا³ ] ما C  43 د ]
حـ T  مد ] مه T  44 كز ] كب T  51 لح ] لحـ CD  54 ز¹ ] ن B  نحـ ] نحـ C  60 مد ] مه
D  61 يحـ ] نحـ D  62 لز ] لو CD  66 كو ] و D  68 لط ] نط B  70 يح ] نح C  72 يد ]
به C  81 نب ] س C  83 كز ] كو B  84 نط ] به C  86 نح ] مح D



| Almucantars of Latitude 41: hours 15;1 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 10 | 21 | 8 | 38 | 71 | 9 | 16 | 4 | 0 |
| 52 | 10 | 17 | 8 | 23 | 72 | 9 | 14 | 3 | 47 |
| 53 | 10 | 12 | 8 | 8 | 73 | 9 | 12 | 3 | 34 |
| 54 | 10 | 7 | 7 | 53 | 74 | 9 | 10 | 3 | 21 |
| 55 | 10 | 3 | 7 | 38 | 75 | 9 | 8 | 3 | 8 |
| 56 | 9 | 59 | 7 | 23 | 76 | 9 | 7 | 2 | 55 |
| 57 | 9 | 55 | 7 | 9 | 77 | 9 | 6 | 2 | 43 |
| 58 | 9 | 51 | 6 | 55 | 78 | 9 | 4 | 2 | 30 |
| 59 | 9 | 48 | 6 | 41 | 79 | 9 | 3 | 2 | 17 |
| 60 | 9 | 44 | 6 | 27 | 80 | 9 | 2 | 2 | 5 |
| 61 | 9 | 41 | 6 | 13 | 81 | 9 | 1 | 1 | 52 |
| 62 | 9 | 37 | 5 | 59 | 82 | 9 | 1 | 1 | 40 |
| 63 | 9 | 34 | 5 | 46 | 83 | 9 | 0 | 1 | 27 |
| 64 | 9 | 31 | 5 | 32 | 84 | 8 | 59 | 1 | 15 |
| 65 | 9 | 29 | 5 | 19 | 85 | 8 | 58 | 1 | 2 |
| 66 | 9 | 26 | 5 | 5 | 86 | 8 | 58 | 0 | 50 |
| 67 | 9 | 24 | 4 | 52 | 87 | 8 | 57 | 0 | 37 |
| 68 | 9 | 22 | 4 | 39 | 88 | 8 | 57 | 0 | 25 |
| 69 | 9 | 20 | 4 | 26 | 89 | 8 | 57 | 0 | 12 |
| 70 | 9 | 18 | 4 | 13 | 90 | 8 | 57 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض مب ساعاته يه ز | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | كا | مط | كط | كب | | | | | |
| ا | كا | يو | كح | لز | كو | يج | يا | يه | نز |
| ب | ك | مه | كز | ند | كز | يج | ة | يه | لو |
| ج | ك | يه | كز | يب | كح | يب | ن | يه | يه |
| د | يط | مو | كو | لب | كط | يب | م | يد | ند |
| ه | يط | يط | كه | نج | ل | يب | ل | يد | لج |
| و | يح | نب | كه | يه | لا | يب | ك | يد | يد |
| ز | يح | كز | كد | لط | لب | يب | يا | يج | ند |
| ح | يح | د | كد | د | لج | يب | ب | يج | له |
| ط | يز | ما | كج | ل | لد | يا | ند | يج | يو |
| ى | يز | يط | كب | نز | له | يا | مه | يب | نز |
| يا | يو | نح | كب | كه | لو | يا | لز | يب | لط |
| يب | يو | لط | كا | نه | لز | يا | ل | يب | كا |
| يج | يو | ك | كا | كه | لح | يا | كب | يب | ج |
| يد | يو | ب | ك | نو | لط | يا | يه | يا | مه |
| يه | يه | مد | ك | كز | م | يا | ح | يا | كح |
| يو | يه | كز | يط | نط | ما | يا | ا | يا | يا |
| يز | يه | يا | يط | لب | مب | ى | ند | ى | ند |
| يح | يد | نو | يط | و | مج | ى | مح | ى | لح |
| يط | يد | ما | يح | م | مد | ى | مب | ى | كب |
| ك | يد | كو | يح | يه | مه | ى | لو | ى | ه |
| كا | يد | يج | يز | نا | مو | ى | ل | ط | مط |
| كب | يد | ة | يز | كز | مز | ى | كه | ط | لد |
| كج | يج | مز | يز | د | مح | ى | يط | ط | يح |
| كد | يج | له | يو | ما | مط | ى | يه | ط | ج |
| كه | يج | كج | يو | يط | ن | ى | ى | ح | مح |



| Almucantars of Latitude 42: hours 15;7 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 21 | 49 | 29 | 22 | | | | | |
| 1 | 21 | 16 | 28 | 37 | 26 | 13 | 11 | 15 | 57 |
| 2 | 20 | 45 | 27 | 54 | 27 | 13 | 0 | 15 | 36 |
| 3 | 20 | 15 | 27 | 12 | 28 | 12 | 50 | 15 | 15 |
| 4 | 19 | 46 | 26 | 32 | 29 | 12 | 40 | 14 | 54 |
| 5 | 19 | 19 | 25 | 53 | 30 | 12 | 30 | 14 | 33 |
| 6 | 18 | 52 | 25 | 15 | 31 | 12 | 20 | 14 | 14 |
| 7 | 18 | 27 | 24 | 39 | 32 | 12 | 11 | 13 | 54 |
| 8 | 18 | 4 | 24 | 4 | 33 | 12 | 2 | 13 | 35 |
| 9 | 17 | 41 | 23 | 30 | 34 | 11 | 54 | 13 | 16 |
| 10 | 17 | 19 | 22 | 57 | 35 | 11 | 45 | 12 | 57 |
| 11 | 16 | 58 | 22 | 25 | 36 | 11 | 37 | 12 | 39 |
| 12 | 16 | 39 | 21 | 55 | 37 | 11 | 30 | 12 | 21 |
| 13 | 16 | 20 | 21 | 25 | 38 | 11 | 22 | 12 | 3 |
| 14 | 16 | 2 | 20 | 56 | 39 | 11 | 15 | 11 | 45 |
| 15 | 15 | 44 | 20 | 27 | 40 | 11 | 8 | 11 | 28 |
| 16 | 15 | 27 | 19 | 59 | 41 | 11 | 1 | 11 | 11 |
| 17 | 15 | 11 | 19 | 32 | 42 | 10 | 54 | 10 | 54 |
| 18 | 14 | 56 | 19 | 6 | 43 | 10 | 48 | 10 | 38 |
| 19 | 14 | 41 | 18 | 40 | 44 | 10 | 42 | 10 | 22 |
| 20 | 14 | 26 | 18 | 15 | 45 | 10 | 36 | 10 | 5 |
| 21 | 14 | 13 | 17 | 51 | 46 | 10 | 30 | 9 | 49 |
| 22 | 14 | 0 | 17 | 27 | 47 | 10 | 25 | 9 | 34 |
| 23 | 13 | 47 | 17 | 4 | 48 | 10 | 19 | 9 | 18 |
| 24 | 13 | 35 | 16 | 41 | 49 | 10 | 15 | 9 | 3 |
| 25 | 13 | 23 | 16 | 19 | 50 | 10 | 10 | 8 | 48 |

| مقنطرات عرض مب ساعاته يه ز | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | ى | و | ح | لج | عا | ط | ج | ج | نح |
| نب | ى | ا | ح | يج | عب | ط | ا | ج | مه |
| نج | ط | نز | ح | ج | عج | ح | نط | ج | لب |
| ند | ط | نب | ز | مح | عد | ح | نز | ج | يط |
| نه | ط | مح | ز | لد | عه | ح | نه | ج | و |
| نو | ط | مه | ز | ك | عو | ح | نج | ب | نج |
| نز | ط | ما | ز | و | عز | ح | نب | ب | م |
| نح | ط | لح | و | نب | عح | ح | نا | ب | كح |
| نط | ط | لد | و | لح | عط | ح | ن | ب | يو |
| س | ط | لا | و | كد | ف | ح | مط | ب | ج |
| سا | ط | كز | و | ى | فا | ح | مح | ا | نا |
| سب | ط | كد | ه | نو | فب | ح | مز | ا | لح |
| سج | ط | كا | ه | مج | فج | ح | مز | ا | كو |
| سد | ط | يط | ه | ل | فد | ح | مو | ا | يد |
| سه | ط | يو | ه | يو | فه | ح | مو | ا | ب |
| سو | ط | يج | ه | ج | فو | ح | مه | ō | مط |
| سز | ط | يا | د | ن | فز | ح | مه | ō | لز |
| سح | ط | ط | د | لز | فح | ح | مد | ō | كد |
| سط | ط | ز | د | كد | فط | ح | مد | ō | يب |
| ع | ط | ه | د | يا | ص | ح | مد | ō | ō |

T نط* ] نح 11 T نح ] يط 10 CT نب ] يب 3 T مب ] كب 0 T يه و ] يه ز [tit.]
22 BT كر ] كو 20 T *illeg.* ] يد 19 CD نا ] نو 18 CD كر ] يا 17 T به ] نه 12
نه ] مه 35 B لد ] لح 30 T *numeri in quinta columna falsissimi* 23-31 T لب ] كز
BT لر ] لح BT مر ] مح 43 B *in corr.* ] مه 39 C لعله ب *marg.*, نا ] يب 38 BT
كد ] كد 69 C نح ] لح 59 B لر ] لد 55 B كط ] ل 46 BT كا ] كب BT ما ] مب 44
BT مه ] مو 85 B به ] يد 84 BT ن ] نا 81 BT به ,C نو ] يو 79 D نو ] نز 74 B
D نط ] مط 86 BT ا ] ب



| Almucantars of Latitude 42: hours 15;7 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 10 | 6 | 8 | 33 | 71 | 9 | 3 | 3 | 58 |
| 52 | 10 | 1 | 8 | 18 | 72 | 9 | 1 | 3 | 45 |
| 53 | 9 | 57 | 8 | 3 | 73 | 8 | 59 | 3 | 32 |
| 54 | 9 | 52 | 7 | 48 | 74 | 8 | 57 | 3 | 19 |
| 55 | 9 | 48 | 7 | 34 | 75 | 8 | 55 | 3 | 6 |
| 56 | 9 | 45 | 7 | 20 | 76 | 8 | 53 | 2 | 53 |
| 57 | 9 | 41 | 7 | 6 | 77 | 8 | 52 | 2 | 40 |
| 58 | 9 | 38 | 6 | 52 | 78 | 8 | 51 | 2 | 28 |
| 59 | 9 | 34 | 6 | 38 | 79 | 8 | 50 | 2 | 16 |
| 60 | 9 | 31 | 6 | 24 | 80 | 8 | 49 | 2 | 3 |
| 61 | 9 | 27 | 6 | 10 | 81 | 8 | 48 | 1 | 51 |
| 62 | 9 | 24 | 5 | 56 | 82 | 8 | 47 | 1 | 38 |
| 63 | 9 | 21 | 5 | 43 | 83 | 8 | 47 | 1 | 26 |
| 64 | 9 | 19 | 5 | 30 | 84 | 8 | 46 | 1 | 14 |
| 65 | 9 | 16 | 5 | 16 | 85 | 8 | 46 | 1 | 2 |
| 66 | 9 | 13 | 5 | 3 | 86 | 8 | 45 | 0 | 49 |
| 67 | 9 | 11 | 4 | 50 | 87 | 8 | 45 | 0 | 37 |
| 68 | 9 | 9 | 4 | 37 | 88 | 8 | 44 | 0 | 24 |
| 69 | 9 | 7 | 4 | 24 | 89 | 8 | 44 | 0 | 12 |
| 70 | 9 | 5 | 4 | 11 | 90 | 8 | 44 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض مج ساعاته يه يه | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | كا | د | كح | مح | | | | | |
| ا | ك | لب | كح | ه | كو | يب | ن | يه | مو |
| ب | ك | ب | كز | كج | كز | يب | لط | يه | كه |
| ج | يط | لد | كو | مج | كح | يب | كط | يه | د |
| د | يط | ز | كو | د | كط | يب | يط | يد | مد |
| ه | يح | ما | كه | كز | ل | يب | ى | يد | كد |
| و | يح | يز | كد | نا | لا | يب | ة | يد | د |
| ز | يز | نب | كد | يه | لب | يا | نا | يج | مه |
| ح | يز | كط | كج | ما | لج | يا | مج | يج | كو |
| ط | يز | ح | كج | ط | لد | يا | له | يج | ح |
| ى | يو | مح | كب | لز | له | يا | كز | يب | مط |
| يا | يو | كح | كب | و | لو | يا | يط | يب | لا |
| يب | يو | ط | كا | لو | لز | يا | يا | يب | يج |
| يج | يه | نا | كا | ز | لح | يا | د | يا | نه |
| يد | يه | لج | ك | لح | لط | ى | نز | يا | لح |
| يه | يه | يو | ك | ى | م | ى | ن | يا | كا |
| يو | يه | ه | يط | مج | ما | ى | مد | يا | د |
| يز | يد | مه | يط | يز | مب | ى | لح | ى | مح |
| يح | يد | ل | يح | نا | مج | ى | لب | ى | لب |
| يط | يد | يو | يح | كو | مد | ى | كو | ى | يو |
| ك | يد | ب | يح | ب | مه | ى | ك | ى | ة |
| كا | يج | مط | يز | لح | مو | ى | يه | ط | مد |
| كب | يج | لو | يز | يد | مز | ى | ى | ط | كط |
| كج | يج | كد | يو | نب | مح | ى | ه | ط | يد |
| كد | يج | يب | يو | كط | مط | ى | ة | ح | نح |
| كه | يج | ا | يو | ز | ن | ط | نه | ح | مج |



| Almucantars of Latitude 43: hours 15;15 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 21 | 4 | 28 | 48 | | | | | |
| 1 | 20 | 32 | 28 | 5 | 26 | 12 | 50 | 15 | 46 |
| 2 | 20 | 2 | 27 | 23 | 27 | 12 | 39 | 15 | 25 |
| 3 | 19 | 34 | 26 | 43 | 28 | 12 | 29 | 15 | 4 |
| 4 | 19 | 7 | 26 | 4 | 29 | 12 | 19 | 14 | 44 |
| 5 | 18 | 41 | 25 | 27 | 30 | 12 | 10 | 14 | 24 |
| 6 | 18 | 17 | 24 | 51 | 31 | 12 | 0 | 14 | 4 |
| 7 | 17 | 52 | 24 | 15 | 32 | 11 | 51 | 13 | 45 |
| 8 | 17 | 29 | 23 | 41 | 33 | 11 | 43 | 13 | 26 |
| 9 | 17 | 8 | 23 | 9 | 34 | 11 | 35 | 13 | 8 |
| 10 | 16 | 48 | 22 | 37 | 35 | 11 | 27 | 12 | 49 |
| 11 | 16 | 28 | 22 | 6 | 36 | 11 | 19 | 12 | 31 |
| 12 | 16 | 9 | 21 | 36 | 37 | 11 | 11 | 12 | 13 |
| 13 | 15 | 51 | 21 | 7 | 38 | 11 | 4 | 11 | 55 |
| 14 | 15 | 33 | 20 | 38 | 39 | 10 | 57 | 11 | 38 |
| 15 | 15 | 16 | 20 | 10 | 40 | 10 | 50 | 11 | 21 |
| 16 | 15 | 0 | 19 | 43 | 41 | 10 | 44 | 11 | 4 |
| 17 | 14 | 45 | 19 | 17 | 42 | 10 | 38 | 10 | 48 |
| 18 | 14 | 30 | 18 | 51 | 43 | 10 | 32 | 10 | 32 |
| 19 | 14 | 16 | 18 | 26 | 44 | 10 | 26 | 10 | 16 |
| 20 | 14 | 2 | 18 | 2 | 45 | 10 | 20 | 10 | 0 |
| 21 | 13 | 49 | 17 | 38 | 46 | 10 | 15 | 9 | 44 |
| 22 | 13 | 36 | 17 | 14 | 47 | 10 | 10 | 9 | 29 |
| 23 | 13 | 24 | 16 | 52 | 48 | 10 | 5 | 9 | 14 |
| 24 | 13 | 12 | 16 | 29 | 49 | 10 | 0 | 8 | 58 |
| 25 | 13 | 1 | 16 | 7 | 50 | 9 | 55 | 8 | 43 |

| مقنطرات عرض مج ساعاته يه يه | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | ط | ن | ح | كح | عا | ح | مط | ج | نه |
| نب | ط | مو | ح | يج | عب | ح | مح | ج | مج |
| نج | ط | مب | ز | نط | عج | ح | مو | ج | ل |
| ند | ط | لح | ز | مد | عد | ح | مد | ج | يز |
| نه | ط | لد | ز | ل | عه | ح | مج | ج | ه |
| نو | ط | ل | ز | يو | عو | ح | ما | ب | نب |
| نز | ط | كز | ز | ب | عز | ح | م | ب | لط |
| نح | ط | كج | و | مح | عح | ح | لط | ب | كز |
| نط | ط | ك | و | لد | عط | ح | لح | ب | يه |
| س | ط | يز | و | كا | ف | ح | لز | ب | ج |
| سا | ط | يد | و | ز | فا | ح | لو | ا | ن |
| سب | ط | يا | ه | نج | فب | ح | له | ا | لح |
| سج | ط | ح | ه | م | فج | ح | له | ا | كو |
| سد | ط | ه | ه | كو | فد | ح | لد | ا | يج |
| سه | ط | ب | ه | يج | فه | ح | لد | ا | ا |
| سو | ط | ة | ه | ة | فو | ح | لج | ة | مط |
| سز | ح | نز | د | مز | فز | ح | لب | ة | لو |
| سح | ح | نه | د | لد | فح | ح | لب | ة | كد |
| سط | ح | نج | د | كا | فط | ح | لب | ة | يب |
| ع | ح | نا | د | ح | ص | ح | لب | ة | ة |

[tit.] يه يه ] س به T 0 د ] جـ T 4 د ] ه BT 6 يز ] نو BT 10 مح ] مج T 13 ز ]
ن B 22 لو ] لر BT يد ] به BT 34 ح ] ر BT 39 نز ] نو D 46 مد ] لط T 49
نح ] مج B 50 نه ] نط B 53 نط ] نح BT 55 ل ] لب D 57 ز ] *illeg.* D ب ] ر B
61 ز ] ن CBD 79 لح ] لر BT يه ] بد BT 80 لز ] لو BT جـ ] ب BT 81 لو ] له
BT 82 له ] لد BT لح ] لر B, *illeg.* T 83 له ] لد BT كو ] كه B, كر T 84 لد ] لج
BT 85 لد ] لجBT ا[1] ] ة BT 86 لج ] لب BT مط ] مح BT



| Almucantars of Latitude 43: hours 15;15 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 9 | 50 | 8 | 28 | 71 | 8 | 49 | 3 | 55 |
| 52 | 9 | 46 | 8 | 13 | 72 | 8 | 48 | 3 | 43 |
| 53 | 9 | 42 | 7 | 59 | 73 | 8 | 46 | 3 | 30 |
| 54 | 9 | 38 | 7 | 44 | 74 | 8 | 44 | 3 | 17 |
| 55 | 9 | 34 | 7 | 30 | 75 | 8 | 43 | 3 | 5 |
| 56 | 9 | 30 | 7 | 16 | 76 | 8 | 41 | 2 | 52 |
| 57 | 9 | 27 | 7 | 2 | 77 | 8 | 40 | 2 | 39 |
| 58 | 9 | 23 | 6 | 48 | 78 | 8 | 39 | 2 | 27 |
| 59 | 9 | 20 | 6 | 34 | 79 | 8 | 38 | 2 | 15 |
| 60 | 9 | 17 | 6 | 21 | 80 | 8 | 37 | 2 | 3 |
| 61 | 9 | 14 | 6 | 7 | 81 | 8 | 36 | 1 | 50 |
| 62 | 9 | 11 | 5 | 53 | 82 | 8 | 35 | 1 | 38 |
| 63 | 9 | 8 | 5 | 40 | 83 | 8 | 35 | 1 | 26 |
| 64 | 9 | 5 | 5 | 26 | 84 | 8 | 34 | 1 | 13 |
| 65 | 9 | 2 | 5 | 13 | 85 | 8 | 34 | 1 | 1 |
| 66 | 9 | 0 | 5 | 0 | 86 | 8 | 33 | 0 | 49 |
| 67 | 8 | 57 | 4 | 47 | 87 | 8 | 32 | 0 | 36 |
| 68 | 8 | 55 | 4 | 34 | 88 | 8 | 32 | 0 | 24 |
| 69 | 8 | 53 | 4 | 21 | 89 | 8 | 32 | 0 | 12 |
| 70 | 8 | 51 | 4 | 8 | 90 | 8 | 32 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض مد ساعاته يه كب | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | ك | كا | كح | يز | | | | | |
| ا | يط | نا | كز | له | كو | يب | كح | يه | له |
| ب | يط | كب | كو | نه | كز | يب | يح | يه | يد |
| ج | يح | نه | كو | يو | كح | يب | ح | يد | ند |
| د | يح | كط | كه | لح | كط | يا | نط | يد | لد |
| ه | يح | ه | كه | ب | ل | يا | ن | يد | يه |
| و | يز | مب | كد | كح | لا | يا | مب | يج | نو |
| ز | يز | يط | كج | نج | لب | يا | لج | يج | لز |
| ح | يو | نز | كج | ك | لج | يا | كه | يج | يح |
| ط | يو | لو | كب | مح | لد | يا | يز | يج | ة |
| ى | يو | يو | كب | يز | له | يا | ط | يب | مب |
| يا | يه | نز | كا | مز | لو | يا | ب | يب | كد |
| يب | يه | لط | كا | يز | لز | ى | ند | يب | و |
| يج | يه | كب | ك | مط | لح | ى | مز | يا | مط |
| يد | يه | ه | ك | كا | لط | ى | ما | يا | لب |
| يه | يد | مط | يط | ند | م | ى | لد | يا | يه |
| يو | يد | لد | يط | كح | ما | ى | كح | ى | نح |
| يز | يد | يط | يط | ب | مب | ى | كب | ى | مب |
| يح | يد | ه | يح | لز | مج | ى | يو | ى | كو |
| يط | يج | نا | يح | يب | مد | ى | ى | ى | ى |
| ك | يج | لح | يز | مح | مه | ى | ه | ط | نه |
| كا | يج | كه | يز | كه | مو | ى | ة | ط | لط |
| كب | يج | يج | يز | ب | مز | ط | نه | ط | كد |
| كج | يج | ب | يو | م | مح | ط | ن | ط | ط |
| كد | يب | ن | يو | يح | مط | ط | مه | ح | ند |
| كه | يب | لط | يه | نه | ن | ط | ما | ح | لط |



| Almucantars of Latitude 44: hours 15;22 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 20 | 21 | 28 | 17 | | | | | |
| 1 | 19 | 51 | 27 | 35 | 26 | 12 | 28 | 15 | 35 |
| 2 | 19 | 22 | 26 | 55 | 27 | 12 | 18 | 15 | 14 |
| 3 | 18 | 55 | 26 | 16 | 28 | 12 | 8 | 14 | 54 |
| 4 | 18 | 29 | 25 | 38 | 29 | 11 | 59 | 14 | 34 |
| 5 | 18 | 5 | 25 | 2 | 30 | 11 | 50 | 14 | 15 |
| 6 | 17 | 42 | 24 | 28 | 31 | 11 | 42 | 13 | 56 |
| 7 | 17 | 19 | 23 | 53 | 32 | 11 | 33 | 13 | 37 |
| 8 | 16 | 57 | 23 | 20 | 33 | 11 | 25 | 13 | 18 |
| 9 | 16 | 36 | 22 | 48 | 34 | 11 | 17 | 13 | 0 |
| 10 | 16 | 16 | 22 | 17 | 35 | 11 | 9 | 12 | 42 |
| 11 | 15 | 57 | 21 | 47 | 36 | 11 | 2 | 12 | 24 |
| 12 | 15 | 39 | 21 | 17 | 37 | 10 | 54 | 12 | 6 |
| 13 | 15 | 22 | 20 | 49 | 38 | 10 | 47 | 11 | 49 |
| 14 | 15 | 5 | 20 | 21 | 39 | 10 | 41 | 11 | 32 |
| 15 | 14 | 49 | 19 | 54 | 40 | 10 | 34 | 11 | 15 |
| 16 | 14 | 34 | 19 | 28 | 41 | 10 | 28 | 10 | 58 |
| 17 | 14 | 19 | 19 | 2 | 42 | 10 | 22 | 10 | 42 |
| 18 | 14 | 5 | 18 | 37 | 43 | 10 | 16 | 10 | 26 |
| 19 | 13 | 51 | 18 | 12 | 44 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 20 | 13 | 38 | 17 | 48 | 45 | 10 | 5 | 9 | 55 |
| 21 | 13 | 25 | 17 | 25 | 46 | 10 | 0 | 9 | 39 |
| 22 | 13 | 13 | 17 | 2 | 47 | 9 | 55 | 9 | 24 |
| 23 | 13 | 2 | 16 | 40 | 48 | 9 | 50 | 9 | 9 |
| 24 | 12 | 50 | 16 | 18 | 49 | 9 | 45 | 8 | 54 |
| 25 | 12 | 39 | 15 | 55 | 50 | 9 | 41 | 8 | 39 |

| مقنطرات عرض مد ساعاته يه كب | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | ط | لو | ح | كد | عا | ح | لز | ج | ند |
| نب | ط | لب | ح | ط | عب | ح | له | ج | ما |
| نج | ط | كح | ز | نه | عج | ح | لد | ج | كط |
| ند | ط | كد | ز | ما | عد | ح | لب | ج | يو |
| نه | ط | كا | ز | كز | عه | ح | ل | ج | ج |
| نو | ط | يز | ز | يج | عو | ح | كح | ب | ن |
| نز | ط | يج | و | نط | عز | ح | كز | ب | لح |
| نح | ط | ى | و | مه | عح | ح | كو | ب | كو |
| نط | ط | و | و | لا | عط | ح | كو | ب | يد |
| س | ط | ج | و | يز | ف | ح | كه | ب | ب |
| سا | ط | ة | و | د | فا | ح | كد | ا | ن |
| سب | ح | نز | ه | ن | فب | ح | كج | ا | لز |
| سج | ح | ند | ه | لز | فج | ح | كب | ا | كه |
| سد | ح | نب | ه | كد | فد | ح | كب | ا | يج |
| سه | ح | مط | ه | يا | فه | ح | كا | ا | ة |
| سو | ح | مز | د | نح | فو | ح | كا | ة | مح |
| سز | ح | مه | د | مه | فز | ح | ك | ة | لو |
| سح | ح | مج | د | لج | فح | ح | ك | ة | كد |
| سط | ح | ما | د | ك | فط | ح | ك | ة | يب |
| ع | ح | لط | د | ز | ص | ح | ك | ة | ة |

1 نا ] ما B  5 يج ] ر B  6 كح ] كع CD, كر* BT  15 ند ] بد B  16 لد ] لط B  21 كه ] به² CD  22 ب ] *in corr.* D  25 نه ] نو* BT  32 لز ] نز C, لح B  43 كو ] كر T  45 نه ] ند BT  57 نط ] مط B  61 د ] ج BT  62 نز ] ر C  68 لج ] لب B  81 ن ] مط T



| Almucantars of Latitude 44: hours 15;22 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 9 | 36 | 8 | 24 | 71 | 8 | 37 | 3 | 54 |
| 52 | 9 | 32 | 8 | 9 | 72 | 8 | 35 | 3 | 41 |
| 53 | 9 | 28 | 7 | 55 | 73 | 8 | 34 | 3 | 29 |
| 54 | 9 | 24 | 7 | 41 | 74 | 8 | 32 | 3 | 16 |
| 55 | 9 | 21 | 7 | 27 | 75 | 8 | 30 | 3 | 3 |
| 56 | 9 | 17 | 7 | 13 | 76 | 8 | 28 | 2 | 50 |
| 57 | 9 | 13 | 6 | 59 | 77 | 8 | 27 | 2 | 38 |
| 58 | 9 | 10 | 6 | 45 | 78 | 8 | 26 | 2 | 26 |
| 59 | 9 | 6 | 6 | 31 | 79 | 8 | 26 | 2 | 14 |
| 60 | 9 | 3 | 6 | 17 | 80 | 8 | 25 | 2 | 2 |
| 61 | 9 | 0 | 6 | 4 | 81 | 8 | 24 | 1 | 50 |
| 62 | 8 | 57 | 5 | 50 | 82 | 8 | 23 | 1 | 37 |
| 63 | 8 | 54 | 5 | 37 | 83 | 8 | 22 | 1 | 25 |
| 64 | 8 | 52 | 5 | 24 | 84 | 8 | 22 | 1 | 13 |
| 65 | 8 | 49 | 5 | 11 | 85 | 8 | 21 | 1 | 0 |
| 66 | 8 | 47 | 4 | 58 | 86 | 8 | 21 | 0 | 48 |
| 67 | 8 | 45 | 4 | 45 | 87 | 8 | 20 | 0 | 36 |
| 68 | 8 | 43 | 4 | 33 | 88 | 8 | 20 | 0 | 24 |
| 69 | 8 | 41 | 4 | 20 | 89 | 8 | 20 | 0 | 12 |
| 70 | 8 | 39 | 4 | 7 | 90 | 8 | 20 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض مه ساعاته يه ل | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | يط | لط | كز | مز | | | | | |
| ا | يط | يا | كز | ز | كو | يب | ح | يه | كه |
| ب | يح | مد | كو | كح | كز | يا | نح | يه | ه |
| حـ | يح | يح | كه | ن | كح | يا | مط | يد | مه |
| د | يز | نج | كه | يد | كط | يا | لط | يد | كه |
| ه | يز | كط | كد | لح | ل | يا | لا | يد | و |
| و | يز | ز | كد | د | لا | يا | كب | يج | مز |
| ز | يو | مه | كج | لا | لب | يا | يد | يج | كح |
| ح | يو | كه | كب | نط | لج | يا | و | يج | ى |
| ط | يو | و | كب | كح | لد | ى | نح | يب | نب |
| ى | يه | مز | كا | نح | له | ى | نا | يب | لد |
| يا | يه | كط | كا | كط | لو | ى | مج | يب | يو |
| يب | يه | يا | كا | ō | لز | ى | لز | يا | نط |
| يج | يد | ند | ك | لب | لح | ى | ل | يا | مب |
| يد | يد | لح | ك | ه | لط | ى | كج | يا | كه |
| يه | يد | كج | يط | لط | م | ى | يز | يا | ح |
| يو | يد | ح | يط | يج | ما | ى | يا | ى | نب |
| يز | يج | ند | يح | مح | مب | ى | ه | ى | لو |
| يح | يج | م | يح | كج | مج | ى | ō | ى | ك |
| يط | يج | كز | يز | نط | مد | ط | نه | ى | ه |
| ك | يج | يد | يز | له | مه | ط | ن | ط | ن |
| كا | يج | ب | يز | يب | مو | ط | مه | ط | لد |
| كب | يب | ن | يو | ن | مز | ط | م | ط | يط |
| كج | يب | لط | يو | كح | مح | ط | له | ط | د |
| كد | يب | كط | يو | ز | مط | ط | ل | ح | مط |
| كه | يب | يح | يه | مو | ن | ط | كو | ح | لد |



| Almucantars of Latitude 45: hours 15;30 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 19 | 39 | 27 | 47 | | | | | |
| 1 | 19 | 11 | 27 | 7 | 26 | 12 | 8 | 15 | 25 |
| 2 | 18 | 44 | 26 | 28 | 27 | 11 | 58 | 15 | 5 |
| 3 | 18 | 18 | 25 | 50 | 28 | 11 | 49 | 14 | 45 |
| 4 | 17 | 53 | 25 | 14 | 29 | 11 | 39 | 14 | 25 |
| 5 | 17 | 29 | 24 | 38 | 30 | 11 | 31 | 14 | 6 |
| 6 | 17 | 7 | 24 | 4 | 31 | 11 | 22 | 13 | 47 |
| 7 | 16 | 45 | 23 | 31 | 32 | 11 | 14 | 13 | 28 |
| 8 | 16 | 25 | 22 | 59 | 33 | 11 | 6 | 13 | 10 |
| 9 | 16 | 6 | 22 | 28 | 34 | 10 | 58 | 12 | 52 |
| 10 | 15 | 47 | 21 | 58 | 35 | 10 | 51 | 12 | 34 |
| 11 | 15 | 29 | 21 | 29 | 36 | 10 | 43 | 12 | 16 |
| 12 | 15 | 11 | 21 | 0 | 37 | 10 | 37 | 11 | 59 |
| 13 | 14 | 54 | 20 | 32 | 38 | 10 | 30 | 11 | 42 |
| 14 | 14 | 38 | 20 | 5 | 39 | 10 | 23 | 11 | 25 |
| 15 | 14 | 23 | 19 | 39 | 40 | 10 | 17 | 11 | 8 |
| 16 | 14 | 8 | 19 | 13 | 41 | 10 | 11 | 10 | 52 |
| 17 | 13 | 54 | 18 | 48 | 42 | 10 | 5 | 10 | 36 |
| 18 | 13 | 40 | 18 | 23 | 43 | 10 | 0 | 10 | 20 |
| 19 | 13 | 27 | 17 | 59 | 44 | 9 | 55 | 10 | 5 |
| 20 | 13 | 14 | 17 | 35 | 45 | 9 | 50 | 9 | 50 |
| 21 | 13 | 2 | 17 | 12 | 46 | 9 | 45 | 9 | 34 |
| 22 | 12 | 50 | 16 | 50 | 47 | 9 | 40 | 9 | 19 |
| 23 | 12 | 39 | 16 | 28 | 48 | 9 | 35 | 9 | 4 |
| 24 | 12 | 29 | 16 | 7 | 49 | 9 | 30 | 8 | 49 |
| 25 | 12 | 18 | 15 | 46 | 50 | 9 | 26 | 8 | 34 |

مقنطرات عرض مه ساعاته يه ل

| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نا | ط | كب | ح | ك | عا | ح | كد | حـ | نب |
| نب | ط | يز | ح | ه | عب | ح | كب | حـ | لط |
| نج | ط | يج | ز | نا | عج | ح | كا | حـ | كز |
| ند | ط | ى | ز | لز | عد | ح | يط | حـ | يد |
| نه | ط | و | ز | كج | عه | ح | يج | حـ | ب |
| نو | ط | حـ | ز | ط | عو | ح | يز | ب | ن |
| نز | ح | نط | و | نه | عز | ح | يه | ب | لز |
| نح | ح | نه | و | ما | عح | ح | يد | ب | كز |
| نط | ح | نب | و | كز | عط | ح | يج | ب | يب |
| س | ح | مط | و | يج | ف | ح | يب | ب | ة |
| سا | ح | مز | و | ا | فا | ح | يا | ا | مح |
| سب | ح | مد | ه | مح | فب | ح | ى | ا | لو |
| سج | ح | مب | ه | له | فج | ح | ى | ا | كد |
| سد | ح | لط | ه | كب | فد | ح | ط | ا | يب |
| سه | ح | لز | ه | ط | فه | ح | ط | ا | ة |
| سو | ح | لد | د | نو | فو | ح | ط | ة | مح |
| سز | ح | لب | د | مج | فز | ح | ط | ة | لو |
| سح | ح | ل | د | ل | فح | ح | ح | ة | كد |
| سط | ح | كح | د | يح | فط | ح | ح | ة | يب |
| ع | ح | كو | د | ه | ص | ح | ح | ة | ة |

0–14, 34–56 *multi numeri falsissimi* D 2 مد ] ند T 4 نج ] مج C 6 يز ] بو B ز ] 18 نح B 17 عج ] نط T 16 يط ] نه T, C, ند ] 13 ند C عج ] 12 يا T عج ] 9 كج B ن ] يو BT مد ] 36 مج T نج ] 34 نح T لب, CB ل ] 30 لا B عج ] 26 ح B كب ] كج ] 76 يز T حـ, B د ] 70 ه BT ر ] 69 يج BT ند ] 60 يج B *in corr.* ] 49 مط T لو ] نو BT ن ] مط BT 77 يه ] نه D 78 كز ] كه* BT 83 كد ] كو T



| Almucantars of Latitude 45: hours 15;30 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 9 | 22 | 8 | 20 | 71 | 8 | 24 | 3 | 52 |
| 52 | 9 | 17 | 8 | 5 | 72 | 8 | 22 | 3 | 39 |
| 53 | 9 | 13 | 7 | 51 | 73 | 8 | 21 | 3 | 27 |
| 54 | 9 | 10 | 7 | 37 | 74 | 8 | 19 | 3 | 14 |
| 55 | 9 | 6 | 7 | 23 | 75 | 8 | 18 | 3 | 2 |
| 56 | 9 | 3 | 7 | 9 | 76 | 8 | 17 | 2 | 50 |
| 57 | 8 | 59 | 6 | 55 | 77 | 8 | 15 | 2 | 37 |
| 58 | 8 | 55 | 6 | 41 | 78 | 8 | 14 | 2 | 27 |
| 59 | 8 | 52 | 6 | 27 | 79 | 8 | 13 | 2 | 12 |
| 60 | 8 | 49 | 6 | 13 | 80 | 8 | 12 | 2 | 0 |
| 61 | 8 | 47 | 6 | 1 | 81 | 8 | 11 | 1 | 48 |
| 62 | 8 | 44 | 5 | 48 | 82 | 8 | 10 | 1 | 36 |
| 63 | 8 | 42 | 5 | 35 | 83 | 8 | 10 | 1 | 24 |
| 64 | 8 | 39 | 5 | 22 | 84 | 8 | 9 | 1 | 12 |
| 65 | 8 | 37 | 5 | 9 | 85 | 8 | 9 | 1 | 0 |
| 66 | 8 | 34 | 4 | 56 | 86 | 8 | 9 | 0 | 48 |
| 67 | 8 | 32 | 4 | 43 | 87 | 8 | 9 | 0 | 36 |
| 68 | 8 | 30 | 4 | 30 | 88 | 8 | 8 | 0 | 24 |
| 69 | 8 | 28 | 4 | 18 | 89 | 8 | 8 | 0 | 12 |
| 70 | 8 | 26 | 4 | 5 | 90 | 8 | 8 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض مو ساعاته يه لح | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| ه | يط | ه | كز | يط | | | | | |
| ا | يج | لب | كو | م | كو | يا | مز | يه | يه |
| ب | يج | و | كو | ب | كز | يا | لح | يد | نه |
| ج | يز | ما | كه | كه | كح | يا | كط | يد | لو |
| د | يز | يز | كد | ن | كط | يا | ك | يد | يز |
| ه | يو | نه | كد | يو | ل | يا | يب | يج | يح |
| و | يو | لد | كج | مج | لا | يا | د | يج | لط |
| ز | يو | يد | كج | يا | لب | ى | نو | يج | ك |
| ح | يه | نه | كب | م | لج | ى | مح | يج | ب |
| ط | يه | لو | كب | ى | لد | ى | م | يب | مد |
| ى | يه | يح | كا | ما | له | ى | لج | يب | كز |
| يا | يه | ا | كا | يب | لو | ى | كو | يب | ط |
| يب | يد | مد | ك | مد | لز | ى | يط | يا | نب |
| يج | يد | كح | ك | يز | لح | ى | يج | يا | له |
| يد | يد | يب | يط | ن | لط | ى | ز | يا | يط |
| يه | يج | نز | يط | كد | م | ى | ا | يا | ج |
| يو | يج | مج | يح | نط | ما | ط | نه | ى | مز |
| يز | يج | كط | يح | لد | مب | ط | ن | ى | لا |
| يح | يج | يو | يح | ى | مج | ط | مد | ى | يه |
| يط | يج | ج | يز | مو | مد | ط | لط | ط | نط |
| ك | يب | نا | يز | كج | مه | ط | لد | ط | مد |
| كا | يب | م | يز | ا | مو | ط | كط | ط | كط |
| كب | يب | كط | يو | لط | مز | ط | كد | ط | يد |
| كج | يب | يح | يو | يح | مح | ط | ك | ط | ه |
| كد | يب | ز | يه | نو | مط | ط | يو | ح | مه |
| كه | يا | نز | يه | له | ن | ط | يا | ح | ل |



| Almucantars of Latitude 46: hours 15;38 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 19 | 0 | 27 | 19 | | | | | |
| 1 | 18 | 32 | 26 | 40 | 26 | 11 | 47 | 15 | 15 |
| 2 | 18 | 6 | 26 | 2 | 27 | 11 | 38 | 14 | 55 |
| 3 | 17 | 41 | 25 | 25 | 28 | 11 | 29 | 14 | 36 |
| 4 | 17 | 17 | 24 | 50 | 29 | 11 | 20 | 14 | 17 |
| 5 | 16 | 55 | 24 | 16 | 30 | 11 | 12 | 13 | 58 |
| 6 | 16 | 34 | 23 | 43 | 31 | 11 | 4 | 13 | 39 |
| 7 | 16 | 14 | 23 | 11 | 32 | 10 | 56 | 13 | 20 |
| 8 | 15 | 55 | 22 | 40 | 33 | 10 | 48 | 13 | 2 |
| 9 | 15 | 36 | 22 | 10 | 34 | 10 | 40 | 12 | 44 |
| 10 | 15 | 18 | 21 | 41 | 35 | 10 | 33 | 12 | 27 |
| 11 | 15 | 1 | 21 | 12 | 36 | 10 | 26 | 12 | 9 |
| 12 | 14 | 44 | 20 | 44 | 37 | 10 | 19 | 11 | 52 |
| 13 | 14 | 28 | 20 | 17 | 38 | 10 | 13 | 11 | 35 |
| 14 | 14 | 12 | 19 | 50 | 39 | 10 | 7 | 11 | 19 |
| 15 | 13 | 57 | 19 | 24 | 40 | 10 | 1 | 11 | 3 |
| 16 | 13 | 43 | 18 | 59 | 41 | 9 | 55 | 10 | 47 |
| 17 | 13 | 29 | 18 | 34 | 42 | 9 | 50 | 10 | 31 |
| 18 | 13 | 16 | 18 | 10 | 43 | 9 | 44 | 10 | 15 |
| 19 | 13 | 3 | 17 | 46 | 44 | 9 | 39 | 9 | 59 |
| 20 | 12 | 51 | 17 | 23 | 45 | 9 | 34 | 9 | 44 |
| 21 | 12 | 40 | 17 | 1 | 46 | 9 | 29 | 9 | 29 |
| 22 | 12 | 29 | 16 | 39 | 47 | 9 | 24 | 9 | 14 |
| 23 | 12 | 18 | 16 | 18 | 48 | 9 | 20 | 9 | 0 |
| 24 | 12 | 7 | 15 | 56 | 49 | 9 | 16 | 8 | 45 |
| 25 | 11 | 57 | 15 | 35 | 50 | 9 | 11 | 8 | 30 |

| مقنطرات عرض مو ساعاته يه لح | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | |
| نا | ط | ز | ح | يو | عا | ح | يا | ج | ن | |
| نب | ط | ج | ح | ا | عب | ح | ى | ج | لح | |
| نج | ط | نط | ز | مز | عج | ح | ح | ج | كه | |
| ند | ح | نه | ز | لج | عد | ح | ز | ج | يج | |
| نه | ح | نب | ز | يط | عه | ح | ه | ج | ō | |
| نو | ح | مط | ز | ه | عو | ح | د | ب | مح | |
| نز | ح | مو | و | نا | عز | ح | ج | ب | لو | |
| نح | ح | مب | و | لح | عح | ح | ب | ب | كد | |
| نط | ح | لط | و | كه | عط | ح | ا | ب | يب | |
| س | ح | لو | و | يا | ف | ح | ō | ب | ō | |
| سا | ح | لج | ه | نح | فا | ح | ō | ا | مح | |
| سب | ح | لا | ه | مه | فب | ز | نط | ا | لو | |
| سج | ح | كح | ه | لب | فج | ز | نح | ا | كد | |
| سد | ح | كو | ه | يط | فد | ز | نح | ا | يب | |
| سه | ح | كج | ه | و | فه | ز | نز | ا | ō | |
| سو | ح | كا | د | ند | فو | ز | نز | ō | مح | |
| سز | ح | يط | د | ما | فز | ز | نز | ō | لو | |
| سح | ح | يز | د | كح | فح | ز | نو | ō | كج | |
| سط | ح | يه | د | يه | فط | ز | نو | ō | يب | |
| ع | ح | يج | د | ج | ص | ز | نو | ō | ō | |

5 نه ] به C  7 يد ] به B  10 يح ] يج CD  14 ن ] نب B  23 يح$^2$ ] بر B  32 نو ] بو B  35 كز ] كو BT  36 كو ] كه B  37 يط ] لا B  38 يج ] مح B  39 ز ] د B  43 مد ] مه T  54 نه ] نب CD  55 نب ] مح CD  56 مط ] مه CD, مح BT  ه ] يه CD  57 مو ] مس CD, مه BT  59 كه ] كد BT  69 يه$^2$ ] بط CD  72 لح ] لج CD  74 ز ] ه C, و D  83 نح ] يج B  87 نز ] نو D  88 نو ] نز C



| Almucantars of Latitude 46: hours 15;38 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 9 | 7 | 8 | 16 | 71 | 8 | 11 | 3 | 50 |
| 52 | 9 | 3 | 8 | 1 | 72 | 8 | 10 | 3 | 38 |
| 53 | 9 | 59 | 7 | 47 | 73 | 8 | 8 | 3 | 25 |
| 54 | 8 | 55 | 7 | 33 | 74 | 8 | 7 | 3 | 13 |
| 55 | 8 | 52 | 7 | 19 | 75 | 8 | 5 | 3 | 0 |
| 56 | 8 | 49 | 7 | 5 | 76 | 8 | 4 | 2 | 48 |
| 57 | 8 | 46 | 6 | 51 | 77 | 8 | 3 | 2 | 36 |
| 58 | 8 | 42 | 6 | 38 | 78 | 8 | 2 | 2 | 24 |
| 59 | 8 | 39 | 6 | 25 | 79 | 8 | 1 | 2 | 12 |
| 60 | 8 | 36 | 6 | 11 | 80 | 8 | 0 | 2 | 0 |
| 61 | 8 | 33 | 5 | 58 | 81 | 8 | 0 | 1 | 48 |
| 62 | 8 | 31 | 5 | 45 | 82 | 7 | 59 | 1 | 36 |
| 63 | 8 | 28 | 5 | 32 | 83 | 7 | 58 | 1 | 24 |
| 64 | 8 | 26 | 5 | 19 | 84 | 7 | 58 | 1 | 12 |
| 65 | 8 | 23 | 5 | 6 | 85 | 7 | 57 | 1 | 0 |
| 66 | 8 | 21 | 4 | 54 | 86 | 7 | 57 | 0 | 48 |
| 67 | 8 | 19 | 4 | 41 | 87 | 7 | 57 | 0 | 36 |
| 68 | 8 | 17 | 4 | 28 | 88 | 7 | 56 | 0 | 23 |
| 69 | 8 | 15 | 4 | 15 | 89 | 7 | 56 | 0 | 12 |
| 70 | 8 | 13 | 4 | 3 | 90 | 7 | 56 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض مز ساعاته يه مو | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | | |
| [٠] | يح | ك | كو | نب | | | | | | | |
| ا | يز | ند | كو | يد | كو | يا | كح | يه | و | | |
| ب | يز | كط | كه | لز | كز | يا | يط | يد | مو | | |
| حـ | يز | و | كه | ب | كح | يا | ى | يد | كز | | |
| د | يو | مد | كد | كح | كط | يا | ا | يد | ح | | |
| ه | يو | كب | كحـ | نه | ل | ى | نحـ | يحـ | مط | | |
| و | يو | ب | كحـ | كحـ | لا | ى | مه | يحـ | لا | | |
| ز | يه | محـ | كب | نب | لب | ى | لح | يحـ | يحـ | | |
| ح | يه | كد | كب | كا | لحـ | ى | ل | يب | نه | | |
| ط | يه | و | كا | نا | لد | ى | كحـ | يب | لز | | |
| ى | يد | مط | كا | كحـ | له | ى | يو | يب | ك | | |
| يا | يد | لب | ك | نه | لو | ى | ط | يب | حـ | | |
| يب | يد | يو | ك | كح | لز | ى | حـ | يا | مو | | |
| يحـ | يد | ا | ك | ا | لح | ط | نز | يا | كط | | |
| يد | يحـ | مو | يط | له | لط | ط | نا | يا | يحـ | | |
| يه | يحـ | لب | يط | ى | م | ط | مه | ى | نز | | |
| يو | يحـ | يح | يح | مه | ما | ط | لط | ى | ما | | |
| يز | يحـ | ه | يح | كا | مب | ط | لد | ى | كو | | |
| يح | يب | نب | يز | نز | محـ | ط | كط | ى | ى | | |
| يط | يب | م | يز | لد | مد | ط | كد | ط | نه | | |
| ك | يب | كط | يز | يب | مه | ط | يط | ط | لط | | |
| كا | يب | يح | يو | ن | مو | ط | يد | ط | كد | | |
| كب | يب | ز | يو | كح | مز | ط | ى | ط | ى | | |
| كحـ | يا | نز | يو | ز | مح | ط | ه | ح | نه | | |
| كد | يا | مز | يه | مو | مط | ط | ا | ح | م | | |
| كه | يا | لز | يه | كو | ن | ح | نز | ح | كو | | |



| Almucantars of Latitude 47: hours 15;46 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 18 | 20 | 26 | 52 | | | | | |
| 1 | 17 | 54 | 26 | 14 | 26 | 11 | 28 | 15 | 6 |
| 2 | 17 | 29 | 25 | 37 | 27 | 11 | 19 | 14 | 46 |
| 3 | 17 | 6 | 25 | 2 | 28 | 11 | 10 | 14 | 27 |
| 4 | 16 | 44 | 24 | 28 | 29 | 11 | 1 | 14 | 8 |
| 5 | 16 | 22 | 23 | 55 | 30 | 10 | 53 | 13 | 49 |
| 6 | 16 | 2 | 23 | 23 | 31 | 10 | 45 | 13 | 31 |
| 7 | 15 | 43 | 22 | 52 | 32 | 10 | 38 | 13 | 13 |
| 8 | 15 | 24 | 22 | 21 | 33 | 10 | 30 | 12 | 55 |
| 9 | 15 | 6 | 21 | 51 | 34 | 10 | 23 | 12 | 37 |
| 10 | 14 | 49 | 21 | 23 | 35 | 10 | 16 | 12 | 20 |
| 11 | 14 | 32 | 20 | 55 | 36 | 10 | 9 | 12 | 3 |
| 12 | 14 | 16 | 20 | 28 | 37 | 10 | 3 | 11 | 46 |
| 13 | 14 | 1 | 20 | 1 | 38 | 9 | 57 | 11 | 29 |
| 14 | 13 | 46 | 19 | 35 | 39 | 9 | 51 | 11 | 13 |
| 15 | 13 | 32 | 19 | 10 | 40 | 9 | 45 | 10 | 57 |
| 16 | 13 | 18 | 18 | 45 | 41 | 9 | 39 | 10 | 41 |
| 17 | 13 | 5 | 18 | 21 | 42 | 9 | 34 | 10 | 26 |
| 18 | 12 | 52 | 17 | 57 | 43 | 9 | 29 | 10 | 10 |
| 19 | 12 | 40 | 17 | 34 | 44 | 9 | 24 | 9 | 55 |
| 20 | 12 | 29 | 17 | 12 | 45 | 9 | 19 | 9 | 39 |
| 21 | 12 | 18 | 16 | 50 | 46 | 9 | 14 | 9 | 24 |
| 22 | 12 | 7 | 16 | 28 | 47 | 9 | 10 | 9 | 10 |
| 23 | 11 | 57 | 16 | 7 | 48 | 9 | 5 | 8 | 55 |
| 24 | 11 | 47 | 15 | 46 | 49 | 9 | 1 | 8 | 40 |
| 25 | 11 | 37 | 15 | 26 | 50 | 8 | 57 | 8 | 26 |

| مقنطرات عرض مز ساعاته يه مو | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | ح | نج | ح | يب | عا | ز | نح | ج | مح |
| نب | ح | مط | ز | نح | عب | ز | نز | ج | لو |
| نج | ح | مو | ز | مد | عج | ز | نه | ج | كج |
| ند | ح | مب | ز | ل | عد | ز | ند | ج | يا |
| نه | ح | لح | ز | يو | عه | ز | نج | ب | نط |
| نو | ح | له | ز | ب | عو | ز | نب | ب | مز |
| نز | ح | لب | و | مط | عز | ز | نا | ب | له |
| نح | ح | كط | و | له | عح | ز | ن | ب | كج |
| نط | ح | كو | و | كب | عط | ز | مط | ب | يا |
| س | ح | كج | و | ط | ف | ز | مح | ا | نط |
| سا | ح | كا | ه | نو | فا | ز | مز | ا | مز |
| سب | ح | يح | ه | مج | فب | ز | مو | ا | له |
| سج | ح | يو | ه | ل | فج | ز | مو | ا | كج |
| سد | ح | يج | ه | يز | فد | ز | مه | ا | يا |
| سه | ح | يا | ه | د | فه | ز | مه | ō | نط |
| سو | ح | ط | د | نب | فو | ز | مد | ō | مز |
| سز | ح | ز | د | لط | فز | ز | مد | ō | له |
| سح | ح | د | د | كو | فح | ز | مد | ō | كد |
| سط | ح | ب | د | يج | فط | ز | مد | ō | يب |
| ع | ح | ō | د | ō | ص | ز | مد | ō | ō |

[tit.] يه مو ] يه مز D   0 كو ] كر D   نب ] س CBTD   1 ند ] نه B   3 ب ] د B, نه T
6 ب ] و B   7 نب ] س B   19 لد ] لب CD   29 يا ] ى T   36 ط ] يا CD   38 نز ] ند
B   40 مه ] مس B   44 نه ] ند B, نز T   51 نج ] نج C   53 مد ] مر T   57 مط ] مس T
61–63 *numeri ex tabula latitudinis 46* B   75 نج ] نج C   76 نب ] س C



| Almucantars of Latitude 47: hours 15;46 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 8 | 53 | 8 | 12 | 71 | 7 | 58 | 3 | 48 |
| 52 | 8 | 49 | 7 | 58 | 72 | 7 | 57 | 3 | 36 |
| 53 | 8 | 46 | 7 | 44 | 73 | 7 | 55 | 3 | 23 |
| 54 | 8 | 42 | 7 | 30 | 74 | 7 | 54 | 3 | 11 |
| 55 | 8 | 38 | 7 | 16 | 75 | 7 | 53 | 2 | 59 |
| 56 | 8 | 35 | 7 | 2 | 76 | 7 | 52 | 2 | 47 |
| 57 | 8 | 32 | 6 | 49 | 77 | 7 | 51 | 2 | 35 |
| 58 | 8 | 29 | 6 | 35 | 78 | 7 | 50 | 2 | 23 |
| 59 | 8 | 26 | 6 | 22 | 79 | 7 | 49 | 2 | 11 |
| 60 | 8 | 23 | 6 | 9 | 80 | 7 | 48 | 1 | 59 |
| 61 | 8 | 21 | 5 | 56 | 81 | 7 | 47 | 1 | 47 |
| 62 | 8 | 18 | 5 | 43 | 82 | 7 | 46 | 1 | 35 |
| 63 | 8 | 16 | 5 | 30 | 83 | 7 | 46 | 1 | 23 |
| 64 | 8 | 13 | 5 | 17 | 84 | 7 | 45 | 1 | 11 |
| 65 | 8 | 11 | 5 | 4 | 85 | 7 | 45 | 0 | 59 |
| 66 | 8 | 9 | 4 | 52 | 86 | 7 | 44 | 0 | 47 |
| 67 | 8 | 7 | 4 | 39 | 87 | 7 | 44 | 0 | 35 |
| 68 | 8 | 4 | 4 | 26 | 88 | 7 | 44 | 0 | 24 |
| 69 | 8 | 2 | 4 | 13 | 89 | 7 | 44 | 0 | 12 |
| 70 | 8 | 0 | 4 | 0 | 90 | 7 | 44 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض مح ساعاته يه نه | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | يز | مب | كو | كو | | | | | |
| ا | يز | يز | كه | مط | كو | يا | ح | يد | نز |
| ب | يو | ند | كه | يد | كز | ى | نط | يد | لز |
| حـ | يو | لا | كد | لط | كح | ى | ن | يد | يح |
| د | يو | ى | كد | و | كط | ى | مب | يج | نط |
| ه | يه | ن | كج | لد | ل | ى | لد | يج | ما |
| و | يه | ل | كج | حـ | لا | ى | كز | يج | كج |
| ز | يه | يب | كب | لج | لب | ى | ك | يج | ه |
| ح | يد | ند | كب | حـ | لج | ى | يج | يب | مح |
| ط | يد | لز | كا | لد | لد | ى | و | يب | لا |
| ى | يد | ك | كا | و | له | ى | ة | يب | يد |
| يا | يد | د | ك | لط | لو | ط | نج | يا | نز |
| يب | يج | مط | ك | يب | لز | ط | مز | يا | م |
| يج | يج | لد | يط | مو | لح | ط | ما | يا | كد |
| يد | يج | ك | يط | كا | لط | ط | له | يا | ح |
| يه | يج | ز | يح | نو | م | ط | ل | ى | نب |
| يو | يب | ند | يح | لب | ما | ط | كد | ى | لو |
| يز | يب | مب | يح | ط | مب | ط | يط | ى | كا |
| يح | يب | ل | يز | مو | مج | ط | يد | ى | ه |
| يط | يب | يح | يز | كج | مد | ط | ط | ط | ن |
| ك | يب | ز | يز | ا | مه | ط | د | ط | له |
| كا | يا | نو | يو | لط | مو | ط | ة | ط | ك |
| كب | يا | مو | يو | يح | مز | ح | نه | ط | ه |
| كج | يا | لو | يه | نز | مح | ح | نا | ح | نا |
| كد | يا | كز | يه | لز | مط | ح | مو | ح | لو |
| كه | يا | يز | يه | يز | ن | ح | مب | ح | كب |



| Almucantars of Latitude 48: hours 15;55 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 17 | 42 | 26 | 26 | | | | | |
| 1 | 17 | 17 | 25 | 49 | 26 | 11 | 8 | 14 | 57 |
| 2 | 16 | 54 | 25 | 14 | 27 | 10 | 59 | 14 | 37 |
| 3 | 16 | 31 | 24 | 39 | 28 | 10 | 50 | 14 | 18 |
| 4 | 16 | 10 | 24 | 6 | 29 | 10 | 42 | 13 | 59 |
| 5 | 15 | 50 | 23 | 34 | 30 | 10 | 34 | 13 | 41 |
| 6 | 15 | 30 | 23 | 3 | 31 | 10 | 27 | 13 | 23 |
| 7 | 15 | 12 | 22 | 33 | 32 | 10 | 20 | 13 | 5 |
| 8 | 14 | 54 | 22 | 3 | 33 | 10 | 13 | 12 | 48 |
| 9 | 14 | 37 | 21 | 34 | 34 | 10 | 6 | 12 | 31 |
| 10 | 14 | 20 | 21 | 6 | 35 | 10 | 0 | 12 | 14 |
| 11 | 14 | 4 | 20 | 39 | 36 | 9 | 53 | 11 | 57 |
| 12 | 13 | 49 | 20 | 12 | 37 | 9 | 47 | 11 | 40 |
| 13 | 13 | 34 | 19 | 46 | 38 | 9 | 41 | 11 | 24 |
| 14 | 13 | 20 | 19 | 21 | 39 | 9 | 35 | 11 | 8 |
| 15 | 13 | 7 | 18 | 56 | 40 | 9 | 30 | 10 | 52 |
| 16 | 12 | 54 | 18 | 32 | 41 | 9 | 24 | 10 | 36 |
| 17 | 12 | 42 | 18 | 9 | 42 | 9 | 19 | 10 | 21 |
| 18 | 12 | 30 | 17 | 46 | 43 | 9 | 14 | 10 | 5 |
| 19 | 12 | 18 | 17 | 23 | 44 | 9 | 9 | 9 | 50 |
| 20 | 12 | 7 | 17 | 1 | 45 | 9 | 4 | 9 | 35 |
| 21 | 11 | 56 | 16 | 39 | 46 | 9 | 0 | 9 | 20 |
| 22 | 11 | 46 | 16 | 18 | 47 | 8 | 55 | 9 | 5 |
| 23 | 11 | 36 | 15 | 57 | 48 | 8 | 51 | 8 | 51 |
| 24 | 11 | 27 | 15 | 37 | 49 | 8 | 46 | 8 | 36 |
| 25 | 11 | 17 | 15 | 17 | 50 | 8 | 42 | 8 | 22 |

| مقنطرات عرض مح ساعاته يه نه | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | ح | لط | ح | ح | عا | ز | مز | ج | مز |
| نب | ح | له | ز | ند | عب | ز | مه | ج | له |
| نج | ح | لا | ز | م | عج | ز | مج | ج | كب |
| ند | ح | كح | ز | كو | عد | ز | مب | ج | ى |
| نه | ح | كد | ز | يب | عه | ز | ما | ب | نح |
| نو | ح | كا | و | نح | عو | ز | م | ب | مو |
| نز | ح | يح | و | مه | عز | ز | لط | ب | لد |
| نح | ح | يه | و | لب | عح | ز | لح | ب | كب |
| نط | ح | يج | و | يط | عط | ز | لز | ب | ى |
| س | ح | ى | و | و | ف | ز | لو | ا | نح |
| سا | ح | ز | ه | نج | فا | ز | له | ا | مو |
| سب | ح | ه | ه | م | فب | ز | لد | ا | لد |
| سج | ح | ب | ه | كز | فج | ز | لد | ا | كب |
| سد | ح | ة | ه | يد | فد | ز | لج | ا | ى |
| سه | ز | نح | ه | ا | فه | ز | لج | ة | نح |
| سو | ز | نو | د | مط | فو | ز | لج | ة | مو |
| سز | ز | ند | د | لز | فز | ز | لج | ة | له |
| سح | ز | نب | د | كد | فح | ز | لج | ة | كج |
| سط | ز | ن | د | يا | فط | ز | لج | ة | يب |
| ع | ز | مح | ج | نط | ص | ز | لج | ة | ة |

[tit.] يه نه ] يه ند T 2 ند ] ند T 7 يب ] لز B 11 د ] ج B 13 لد ] له T 22 مو ] مز
D 26 نز ] نو T 28 ن ] نه *in corr.* B 30 لد ] له T 32 ه ] ة T 38 كد ] ك CBD
41 كد ] كط B 42 يط ] ما C 44 ن ] ر B 54 كو ] كر D 57 مه ] مط CD 58 يه ] ند
T 61 نج ] مج CD 64 يد ] ر B 67 لز ] لو BT 71 مز$^2$ ] مو T 72 مه ] مد B 77
لد ] له C 88 كج ] كح T



| Almucantars of Latitude 48: hours 15;55 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 8 | 39 | 8 | 8 | 71 | 7 | 47 | 3 | 47 |
| 52 | 8 | 35 | 7 | 54 | 72 | 7 | 45 | 3 | 35 |
| 53 | 8 | 31 | 7 | 40 | 73 | 7 | 43 | 3 | 22 |
| 54 | 8 | 28 | 7 | 26 | 74 | 7 | 42 | 3 | 10 |
| 55 | 8 | 24 | 7 | 12 | 75 | 7 | 41 | 2 | 58 |
| 56 | 8 | 21 | 6 | 58 | 76 | 7 | 40 | 2 | 46 |
| 57 | 8 | 18 | 6 | 45 | 77 | 7 | 39 | 2 | 34 |
| 58 | 8 | 15 | 6 | 32 | 78 | 7 | 38 | 2 | 22 |
| 59 | 8 | 13 | 6 | 19 | 79 | 7 | 37 | 2 | 10 |
| 60 | 8 | 10 | 6 | 6 | 80 | 7 | 36 | 1 | 58 |
| 61 | 8 | 7 | 5 | 53 | 81 | 7 | 35 | 1 | 46 |
| 62 | 8 | 5 | 5 | 40 | 82 | 7 | 34 | 1 | 34 |
| 63 | 8 | 2 | 5 | 27 | 83 | 7 | 34 | 1 | 22 |
| 64 | 8 | 0 | 5 | 14 | 84 | 7 | 33 | 1 | 10 |
| 65 | 7 | 58 | 5 | 1 | 85 | 7 | 33 | 0 | 58 |
| 66 | 7 | 56 | 4 | 49 | 86 | 7 | 33 | 0 | 46 |
| 67 | 7 | 54 | 4 | 37 | 87 | 7 | 33 | 0 | 35 |
| 68 | 7 | 52 | 4 | 24 | 88 | 7 | 33 | 0 | 23 |
| 69 | 7 | 50 | 4 | 11 | 89 | 7 | 33 | 0 | 12 |
| 70 | 7 | 48 | 3 | 59 | 90 | 7 | 33 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض مط ساعاته يو د | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | |
| [٠] | يز | ه | كو | ب | | | | | | |
| ا | يو | مب | كه | كو | كو | ى | مح | يد | مح | |
| ب | يو | يط | كد | نا | كز | ى | م | يد | كط | |
| ج | يه | نح | كد | يح | كح | ى | لب | يد | ى | |
| د | يه | لح | كج | مو | كط | ى | كد | يج | نا | |
| ه | يه | يط | كج | يه | ل | ى | يو | يج | لج | |
| و | يه | ة | كب | مد | لا | ى | ط | يج | يو | |
| ز | يد | مب | كب | يه | لب | ى | ب | يب | نح | |
| ح | يد | كه | كا | مو | لج | ط | نه | يب | ما | |
| ط | يد | ط | كا | يح | لد | ط | مط | يب | كد | |
| ى | يج | نج | ك | نا | له | ط | مب | يب | ز | |
| يا | يج | لح | ك | كد | لو | ط | لو | يا | ن | |
| يب | يج | كد | يط | نح | لز | ط | ل | يا | لد | |
| يج | يج | ى | يط | لج | لح | ط | كد | يا | يح | |
| يد | يب | نو | يط | ح | لط | ط | يط | يا | ب | |
| يه | يب | مج | يح | مد | م | ط | يج | ى | مو | |
| يو | يب | لا | يح | ك | ما | ط | ح | ى | ل | |
| يز | يب | يط | يز | نز | مب | ط | ج | ى | يه | |
| يح | يب | ز | يز | لد | مج | ح | نح | ى | ة | |
| يط | يا | نو | يز | يب | مد | ح | ند | ط | مه | |
| ك | يا | مه | يو | ن | مه | ح | مط | ط | ل | |
| كا | يا | له | يو | كط | مو | ح | مد | ط | يه | |
| كب | يا | كه | يو | ح | مز | ح | م | ط | ة | |
| كج | يا | يه | يه | مز | مح | ح | لو | ح | مو | |
| كد | يا | و | يه | كز | مط | ح | لب | ح | لب | |
| كه | ى | نز | يه | ز | ن | ح | كح | ح | يج | |



| Almucantars of Latitude 49: hours 16;4 | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | | |
| [0] | 17 | 5 | 26 | 2 | | | | | | |
| 1 | 16 | 42 | 25 | 26 | 26 | 10 | 48 | 14 | 48 | |
| 2 | 16 | 19 | 24 | 51 | 27 | 10 | 40 | 14 | 29 | |
| 3 | 15 | 58 | 24 | 18 | 28 | 10 | 32 | 14 | 10 | |
| 4 | 15 | 38 | 23 | 46 | 29 | 10 | 24 | 13 | 51 | |
| 5 | 15 | 19 | 23 | 15 | 30 | 10 | 16 | 13 | 33 | |
| 6 | 15 | 0 | 22 | 44 | 31 | 10 | 9 | 13 | 16 | |
| 7 | 14 | 42 | 22 | 15 | 32 | 10 | 2 | 12 | 58 | |
| 8 | 14 | 25 | 21 | 46 | 33 | 9 | 55 | 12 | 41 | |
| 9 | 14 | 9 | 21 | 18 | 34 | 9 | 49 | 12 | 24 | |
| 10 | 13 | 53 | 20 | 51 | 35 | 9 | 42 | 12 | 7 | |
| 11 | 13 | 38 | 20 | 24 | 36 | 9 | 36 | 11 | 50 | |
| 12 | 13 | 24 | 19 | 58 | 37 | 9 | 30 | 11 | 34 | |
| 13 | 13 | 10 | 19 | 33 | 38 | 9 | 24 | 11 | 18 | |
| 14 | 12 | 56 | 19 | 8 | 39 | 9 | 19 | 11 | 2 | |
| 15 | 12 | 43 | 18 | 44 | 40 | 9 | 13 | 10 | 46 | |
| 16 | 12 | 31 | 18 | 20 | 41 | 9 | 8 | 10 | 30 | |
| 17 | 12 | 19 | 17 | 57 | 42 | 9 | 3 | 10 | 15 | |
| 18 | 12 | 7 | 17 | 34 | 43 | 8 | 58 | 10 | 0 | |
| 19 | 11 | 56 | 17 | 12 | 44 | 8 | 54 | 9 | 45 | |
| 20 | 11 | 45 | 16 | 50 | 45 | 8 | 49 | 9 | 30 | |
| 21 | 11 | 35 | 16 | 29 | 46 | 8 | 44 | 9 | 15 | |
| 22 | 11 | 25 | 16 | 8 | 47 | 8 | 40 | 9 | 0 | |
| 23 | 11 | 15 | 15 | 47 | 48 | 8 | 36 | 8 | 46 | |
| 24 | 11 | 6 | 15 | 27 | 49 | 8 | 32 | 8 | 32 | |
| 25 | 10 | 57 | 15 | 7 | 50 | 8 | 28 | 8 | 18 | |

| مقنطرات عرض مط ساعاته يو د | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | ح | كد | ح | د | عا | ز | لد | ج | مه |
| نب | ح | كا | ز | ن | عب | ز | لج | ج | لج |
| نج | ح | يح | ز | لز | عج | ز | لا | ج | كا |
| ند | ح | يد | ز | كج | عد | ز | ل | ج | ط |
| نه | ح | يا | ز | ى | عه | ز | كط | ب | نز |
| نو | ح | ح | و | نو | عو | ز | كح | ب | مه |
| نز | ح | ه | و | مج | عز | ز | كز | ب | لج |
| نح | ح | ج | و | ل | عح | ز | كو | ب | كا |
| نط | ح | ō | و | يو | عط | ز | كه | ب | ط |
| س | ز | نز | و | ج | ف | ز | كد | ا | نز |
| سا | ز | ند | ه | ن | فا | ز | كد | ا | مو |
| سب | ز | نا | ه | لز | فب | ز | كج | ا | لد |
| سج | ز | مط | ه | كد | فج | ز | كب | ا | كب |
| سد | ز | مز | ه | يا | فد | ز | كب | ا | ى |
| سه | ز | مه | د | نط | فه | ز | كا | ō | نح |
| سو | ز | مج | د | مز | فو | ز | كا | ō | مو |
| سز | ز | ما | د | لد | فز | ز | كا | ō | له |
| سح | ز | لط | د | كب | فح | ز | كا | ō | كج |
| سط | ز | لز | د | ط | فط | ز | كا | ō | يب |
| ع | ز | له | ج | نز | ص | ز | كا | ō | ō |

3 نج ] نح B 4 لح ] لج B 6 مد ] مط B 7 يه ] بد B 9 يد ] *illeg.* C 14 نو ] نه T
15 مج ] مع B 19 يب ] نا T 21 له ] لز B 22 كه ] كد CD 24 كز ] كو B 29 نا ] ما
CD 31 يو ] نو C, نه BT 36 ن ] نا B 37 ل ] لد B 49 لب[2] ] لو T 58 ج ] د T
ل ] له B 62 نا ] ما C 65 نط ] نط C 74 ل ] لب B 76 مه ] مد BT 77 لج ] لح D



| Almucantars of Latitude 49: hours 16;4 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 8 | 24 | 8 | 4 | 71 | 7 | 34 | 3 | 45 |
| 52 | 8 | 21 | 7 | 50 | 72 | 7 | 33 | 3 | 33 |
| 53 | 8 | 18 | 7 | 37 | 73 | 7 | 31 | 3 | 21 |
| 54 | 8 | 14 | 7 | 23 | 74 | 7 | 30 | 3 | 9 |
| 55 | 8 | 11 | 7 | 10 | 75 | 7 | 29 | 2 | 57 |
| 56 | 8 | 8 | 6 | 56 | 76 | 7 | 28 | 2 | 45 |
| 57 | 8 | 5 | 6 | 43 | 77 | 7 | 27 | 2 | 33 |
| 58 | 8 | 3 | 6 | 30 | 78 | 7 | 26 | 2 | 21 |
| 59 | 8 | 0 | 6 | 16 | 79 | 7 | 25 | 2 | 9 |
| 60 | 7 | 57 | 6 | 3 | 80 | 7 | 24 | 1 | 57 |
| 61 | 7 | 54 | 5 | 50 | 81 | 7 | 24 | 1 | 46 |
| 62 | 7 | 51 | 5 | 37 | 82 | 7 | 23 | 1 | 34 |
| 63 | 7 | 49 | 5 | 24 | 83 | 7 | 22 | 1 | 22 |
| 64 | 7 | 47 | 5 | 11 | 84 | 7 | 22 | 1 | 10 |
| 65 | 7 | 45 | 4 | 59 | 85 | 7 | 21 | 0 | 58 |
| 66 | 7 | 43 | 4 | 47 | 86 | 7 | 21 | 0 | 46 |
| 67 | 7 | 41 | 4 | 34 | 87 | 7 | 21 | 0 | 35 |
| 68 | 7 | 39 | 4 | 22 | 88 | 7 | 21 | 0 | 23 |
| 69 | 7 | 37 | 4 | 9 | 89 | 7 | 21 | 0 | 12 |
| 70 | 7 | 35 | 3 | 57 | 90 | 7 | 21 | 0 | 0 |

| مقنطرات عرض ن ساعاته يو يد | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| [٠] | يو | ل | كه | لط | | | | | |
| ا | يو | ز | كه | د | كو | ى | ل | يد | م |
| ب | يه | مو | كد | ل | كز | ى | كب | يد | كا |
| ج | يه | كو | كج | نح | كح | ى | يد | يد | ب |
| د | يه | ز | كج | كز | كط | ى | و | يج | مد |
| ه | يد | مح | كب | نو | ل | ط | نح | يج | كو |
| و | يد | ل | كب | كو | لا | ط | نا | يج | ح |
| ز | يد | يج | كا | نز | لب | ط | مد | يب | نا |
| ح | يج | نز | كا | كط | لج | ط | لح | يب | لد |
| ط | يج | ما | كا | ب | لد | ط | لا | يب | يز |
| ى | يج | كو | ك | له | له | ط | كه | يب | ه |
| يا | يج | يب | ك | ط | لو | ط | يط | يا | مد |
| يب | يب | نح | يط | مد | لز | ط | يد | يا | كح |
| يج | يب | مه | يط | يط | لح | ط | ح | يا | يب |
| يد | يب | لب | يح | نه | لط | ط | ج | ى | نز |
| يه | يب | يط | يح | لا | م | ح | نح | ى | ما |
| يو | يب | ز | يح | ح | ما | ح | نج | ى | كو |
| يز | يا | نو | يز | مه | مب | ح | مط | ى | يا |
| يح | يا | مه | يز | كج | مج | ح | مد | ط | نو |
| يط | يا | لد | يز | ا | مد | ح | لط | ط | م |
| ك | يا | كد | يو | م | مه | ح | له | ط | كو |
| كا | يا | يد | يو | يط | مو | ح | ل | ط | يا |
| كب | يا | د | يه | نح | مز | ح | كو | ح | نز |
| كج | ى | نه | يه | لح | مح | ح | كب | ح | مج |
| كد | ى | مو | يه | يح | مط | ح | يح | ح | كح |
| كه | ى | لح | يد | نط | ن | ح | يد | ح | يد |



| Almucantars of Latitude 50: hours 16;14 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| [0] | 16 | 30 | 25 | 39 | | | | | |
| 1 | 16 | 7 | 25 | 4 | 26 | 10 | 30 | 14 | 40 |
| 2 | 15 | 46 | 24 | 30 | 27 | 10 | 22 | 14 | 21 |
| 3 | 15 | 26 | 23 | 58 | 28 | 10 | 14 | 14 | 2 |
| 4 | 15 | 7 | 23 | 27 | 29 | 10 | 6 | 13 | 44 |
| 5 | 14 | 48 | 22 | 56 | 30 | 9 | 58 | 13 | 26 |
| 6 | 14 | 30 | 22 | 26 | 31 | 9 | 51 | 13 | 8 |
| 7 | 14 | 13 | 21 | 57 | 32 | 9 | 44 | 12 | 51 |
| 8 | 13 | 57 | 21 | 29 | 33 | 9 | 38 | 12 | 34 |
| 9 | 13 | 41 | 21 | 2 | 34 | 9 | 31 | 12 | 17 |
| 10 | 13 | 26 | 20 | 35 | 35 | 9 | 25 | 12 | 0 |
| 11 | 13 | 12 | 20 | 9 | 36 | 9 | 19 | 11 | 44 |
| 12 | 12 | 58 | 19 | 44 | 37 | 9 | 14 | 11 | 28 |
| 13 | 12 | 45 | 19 | 19 | 38 | 9 | 8 | 11 | 12 |
| 14 | 12 | 32 | 18 | 55 | 39 | 9 | 3 | 10 | 57 |
| 15 | 12 | 19 | 18 | 31 | 40 | 8 | 58 | 10 | 41 |
| 16 | 12 | 7 | 18 | 8 | 41 | 8 | 53 | 10 | 26 |
| 17 | 11 | 56 | 17 | 45 | 42 | 8 | 49 | 10 | 11 |
| 18 | 11 | 45 | 17 | 23 | 43 | 8 | 44 | 9 | 56 |
| 19 | 11 | 34 | 17 | 1 | 44 | 8 | 39 | 9 | 40 |
| 20 | 11 | 24 | 16 | 40 | 45 | 8 | 35 | 9 | 26 |
| 21 | 11 | 14 | 16 | 19 | 46 | 8 | 30 | 9 | 11 |
| 22 | 11 | 4 | 15 | 58 | 47 | 8 | 26 | 8 | 57 |
| 23 | 10 | 55 | 15 | 38 | 48 | 8 | 22 | 8 | 43 |
| 24 | 10 | 46 | 15 | 18 | 49 | 8 | 18 | 8 | 28 |
| 25 | 10 | 38 | 14 | 59 | 50 | 8 | 14 | 8 | 14 |

| مقنطرات عرض نَ ساعاته يوَ يدَ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | | عدد | أبعاد المراكز | | أنصاف الأقطار | |
| نا | ح | ى | ح | ة | عا | ز | كب | ج | مد |
| نب | ح | ز | ز | مو | عب | ز | كا | ج | لب |
| نج | ح | د | ز | لج | عج | ز | ك | ج | ك |
| ند | ح | ا | ز | ك | عد | ز | يح | ج | ح |
| نه | ز | نح | ز | و | عه | ز | يز | ب | نو |
| نو | ز | نه | و | نج | عو | ز | يو | ب | مد |
| نز | ز | نب | و | م | عز | ز | يه | ب | لب |
| نح | ز | مط | و | كز | عح | ز | يد | ب | ك |
| نط | ز | مز | و | يد | عط | ز | يج | ب | ح |
| س | ز | مد | و | ا | ف | ز | يج | ا | نز |
| سا | ز | مب | ه | مح | فا | ز | يب | ا | مه |
| سب | ز | لط | ه | له | فب | ز | يا | ا | لج |
| سج | ز | لو | ه | كب | فج | ز | يا | ا | كا |
| سد | ز | لد | ه | ى | فد | ز | ى | ا | ى |
| سه | ز | لب | د | نز | فه | ز | ى | ة | نح |
| سو | ز | ل | د | مه | فو | ز | ط | ة | مو |
| سز | ز | كح | د | لب | فز | ز | ط | ة | له |
| سح | ز | كز | د | ك | فح | ز | ط | ة | كج |
| سط | ز | كه | د | ح | فط | ز | ط | ة | يا |
| ع | ز | كد | ج | نو | ص | ز | ط | ة | ة |

[*tit.*] يو يد ] يو مد C, يو D 0 ل ] ن CD 1 ز ] م CD 2 يه مو ] بو ر CD 3 كو ]
B لد ] مد 32 D نح ] نج 30 D نر ] يز 19 D كه ] كط 8 B كو ] كز 4 B كه, CD نو
ما ] م 44 CD مو ] نو 43 CD نج ] نج 41 CD كد ] كه 35 B لر ] لد 33 CD ما ] نا
69 B به ] يد 59 T *illeg.* ] ز[1] 55 T حـ ] د 53 BT نج ] نج 48 B ر ] نز 47 BT
CD له ] لب 77 T مب ] مد 76 B كر ] كب 71 C *illeg.* ] حـ 70 C *illeg.* ] د



| Almucantars of Latitude 50: hours 16;14 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | dist. of centres | | semi-diam. | | no. | dist. of centres | | semi-diam. | |
| 51 | 8 | 10 | 8 | 0 | 71 | 7 | 22 | 3 | 44 |
| 52 | 8 | 7 | 7 | 46 | 72 | 7 | 21 | 3 | 32 |
| 53 | 8 | 4 | 7 | 33 | 73 | 7 | 20 | 3 | 20 |
| 54 | 8 | 1 | 7 | 20 | 74 | 7 | 18 | 3 | 8 |
| 55 | 7 | 58 | 7 | 6 | 75 | 7 | 17 | 2 | 56 |
| 56 | 7 | 55 | 6 | 53 | 76 | 7 | 16 | 2 | 44 |
| 57 | 7 | 52 | 6 | 40 | 77 | 7 | 15 | 2 | 32 |
| 58 | 7 | 49 | 6 | 27 | 78 | 7 | 14 | 2 | 20 |
| 59 | 7 | 47 | 6 | 14 | 79 | 7 | 13 | 2 | 8 |
| 60 | 7 | 44 | 6 | 1 | 80 | 7 | 13 | 1 | 57 |
| 61 | 7 | 42 | 5 | 48 | 81 | 7 | 12 | 1 | 45 |
| 62 | 7 | 39 | 5 | 35 | 82 | 7 | 11 | 1 | 33 |
| 63 | 7 | 36 | 5 | 22 | 83 | 7 | 11 | 1 | 21 |
| 64 | 7 | 34 | 5 | 10 | 84 | 7 | 10 | 1 | 10 |
| 65 | 7 | 32 | 4 | 57 | 85 | 7 | 10 | 0 | 58 |
| 66 | 7 | 30 | 4 | 45 | 86 | 7 | 9 | 0 | 46 |
| 67 | 7 | 28 | 4 | 32 | 87 | 7 | 9 | 0 | 35 |
| 68 | 7 | 27 | 4 | 20 | 88 | 7 | 9 | 0 | 23 |
| 69 | 7 | 25 | 4 | 8 | 89 | 7 | 9 | 0 | 11 |
| 70 | 7 | 24 | 3 | 56 | 90 | 7 | 9 | 0 | 0 |

| جدول السموت | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| العدد | خط الاستواء | | عرض يه | | عرض يو | | عرض يز | | عرض يح | |
| الحمل | يط | لط | ك | ك | ك | كو | ك | لج | ك | م |
| ه | يح | ه | يح | له | يح | ما | يح | مز | يح | نج |
| ى | يو | له | يز | ة | يز | و | يز | يب | يز | يح |
| يه | يه | ى | يه | له | يه | م | يه | مه | يه | نا |
| ك | يج | مز | يد | يه | يد | ك | يد | كه | يد | ل |
| كه | يب | ل | يب | نح | يج | ب | يج | و | يج | ى |
| ل | يا | ك | يا | مه | يا | مط | يا | نج | يا | نز |
| له | ى | يه | ى | لو | ى | م | ى | مج | ى | مز |
| م | ط | ى | ط | ل | ط | لج | ط | لو | ط | لط |
| مه | ح | ى | ح | كو | ح | كح | ح | لا | ح | لد |
| ن | ز | يب | ز | كه | ز | كز | ز | كط | ز | لب |
| نه | و | يه | و | كو | و | كح | و | ل | و | لب |
| س | ه | يح | ه | كح | ه | ل | ه | لا | ه | لج |
| سه | د | كب | د | لا | د | لب | د | لد | د | له |
| ع | ج | كح | ج | له | ج | لو | ج | لز | ج | لط |
| عه | ب | لو | ب | م | ب | ما | ب | مب | ب | مج |
| ف | ا | مد | ا | مو | ا | مز | ا | مز | ا | مح |
| فه | ة | نب | ة | نج | ة | نج | ة | نج | ة | ند |
| ص | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة |

[tit.] جدول السموت ] جدول عمل السموت لهذه العروض C *in sola prima pagina tabularum*, D *in solis primis duabus*, جدول السموت B *in prima pagina – in aliis paginis* جدول السمت CBD, انصاف اقطار دواير السموت فى الافاق T; جدول السموت *sub tabula* T الحمل ] ة T لط ] له B 5 نج ] نج CD 10 يح ] يح, يح B 20 يه ] ع B نج ] نج B نط ] مط T ل ] ك 30 CD س ] يج¹ CBD لج ] نح T لب ] ل 25 T لو ] له CD لب ] لد 65 CBD لو ] لط CBD لد ] لو 40 T كه ] به CD ر ] نز B ند ] ند CB نج³ ] نج CB نج² ] نج CB نج¹ ] نج B س ] لب 85



| Table of Azimuths | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | equator line | | lat. 15 | | lat. 16 | | lat. 17 | | lat. 18 | |
| Ari | 19 | 39 | 20 | 20 | 20 | 26 | 20 | 33 | 20 | 40 |
| 5 | 18 | 5 | 18 | 35 | 18 | 41 | 18 | 47 | 18 | 53 |
| 10 | 16 | 35 | 17 | 0 | 17 | 6 | 17 | 12 | 17 | 18 |
| 15 | 15 | 10 | 15 | 35 | 15 | 40 | 15 | 45 | 15 | 51 |
| 20 | 13 | 47 | 14 | 15 | 14 | 20 | 14 | 25 | 14 | 30 |
| 25 | 12 | 30 | 12 | 58 | 13 | 2 | 13 | 6 | 13 | 10 |
| 30 | 11 | 20 | 11 | 45 | 11 | 49 | 11 | 53 | 11 | 57 |
| 35 | 10 | 15 | 10 | 36 | 10 | 40 | 10 | 43 | 10 | 47 |
| 40 | 9 | 10 | 9 | 30 | 9 | 33 | 9 | 36 | 9 | 39 |
| 45 | 8 | 10 | 8 | 26 | 8 | 28 | 8 | 31 | 8 | 34 |
| 50 | 7 | 12 | 7 | 25 | 7 | 27 | 7 | 29 | 7 | 32 |
| 55 | 6 | 15 | 6 | 26 | 6 | 28 | 6 | 30 | 6 | 32 |
| 60 | 5 | 18 | 5 | 28 | 5 | 30 | 5 | 31 | 5 | 33 |
| 65 | 4 | 22 | 4 | 31 | 4 | 32 | 4 | 34 | 4 | 35 |
| 70 | 3 | 28 | 3 | 35 | 3 | 36 | 3 | 37 | 3 | 39 |
| 75 | 2 | 36 | 2 | 40 | 2 | 41 | 2 | 42 | 2 | 43 |
| 80 | 1 | 44 | 1 | 46 | 1 | 47 | 1 | 47 | 1 | 48 |
| 85 | 0 | 52 | 0 | 53 | 0 | 53 | 0 | 53 | 0 | 54 |
| 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

*Note:* In **T** the whole table of azimuths is written on one page, beginning from the bottom of the page and ending at the top. On its left side there is the main title, *anṣāf aqṭār dawā'ir al-sumūt fī al-āfāq*. Above the entire table is written *al-āfāq*, below *jadwal al-sumūt* and to its right *al-ajzā'*.

| جدول السموت | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| العدد | عرض يط | | عرض ك | | عرض كا | | عرض كب | | عرض كج | |
| الحمل | ك | مز | ك | نه | كا | ج | كا | يب | كا | كا |
| ه | يح | نط | يط | ه | يط | يب | يط | ك | يط | كح |
| ى | يز | كد | يز | ل | يز | لز | يز | مد | يز | نا |
| يه | يه | نز | يو | ج | يو | ط | يو | يو | يو | كج |
| ك | يد | له | يد | م | يد | مو | يد | نب | يد | نح |
| كه | يج | يه | يج | ك | يج | كه | يج | ل | يج | لو |
| ل | يب | ا | يب | و | يب | يا | يب | يو | يب | كا |
| له | ى | نا | ى | نه | ى | نط | يا | ج | يا | ح |
| م | ط | مب | ط | مو | ط | ن | ط | ند | ط | نح |
| مه | ح | لز | ح | م | ح | مد | ح | مح | ح | نب |
| ن | ز | لد | ز | لز | ز | م | ز | مد | ز | مز |
| نه | و | لد | و | لو | و | لط | و | مب | و | مه |
| س | ه | له | ه | لز | ه | لط | ه | ما | ه | مج |
| سه | د | لز | د | لط | د | م | د | مب | د | مد |
| ع | ج | م | ج | مب | ج | مج | ج | مد | ج | مو |
| عه | ب | مد | ب | مو | ب | مز | ب | مح | ب | مط |
| ف | ا | مط | ا | ن | ا | نا | ا | نب | ا | نب |
| فه | ō | ند | ō | نه | ō | نه | ō | نو | ō | نو |
| ص | ō | ō | ō | ō | ō | ō | ō | ō | ō | ō |

كد] 10 T يح, B كج] كح CD نب] يب B نط] نط 5 CD كج] ج D ند] نه Ari
نط] B نه] نه D ما, C نا] نا 35 CD نه] يه 25 B ر] نز 15 B نا] ا٥ CD يح
85 B س, CD م] نب[2] B ر] ن 80 C مه] مد 45 B ر] ن 40 D د] ج B نط
B نه] نه[2] B نه] نه[1] T نه] ند



| Table of Azimuths | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | lat. 19 | | lat. 20 | | lat. 21 | | lat. 22 | | lat. 23 | |
| Ari | 20 | 47 | 20 | 55 | 21 | 3 | 21 | 12 | 21 | 21 |
| 5 | 18 | 59 | 19 | 5 | 19 | 12 | 19 | 20 | 19 | 28 |
| 10 | 17 | 24 | 17 | 30 | 17 | 37 | 17 | 44 | 17 | 51 |
| 15 | 15 | 57 | 16 | 3 | 16 | 9 | 16 | 16 | 16 | 23 |
| 20 | 14 | 35 | 14 | 40 | 14 | 46 | 14 | 52 | 14 | 58 |
| 25 | 13 | 15 | 13 | 20 | 13 | 25 | 13 | 30 | 13 | 36 |
| 30 | 12 | 1 | 12 | 6 | 12 | 11 | 12 | 16 | 12 | 21 |
| 35 | 10 | 51 | 10 | 55 | 10 | 59 | 11 | 3 | 11 | 8 |
| 40 | 9 | 42 | 9 | 46 | 9 | 50 | 9 | 54 | 9 | 58 |
| 45 | 8 | 37 | 8 | 40 | 8 | 44 | 8 | 48 | 8 | 52 |
| 50 | 7 | 34 | 7 | 37 | 7 | 40 | 7 | 44 | 7 | 47 |
| 55 | 6 | 34 | 6 | 36 | 6 | 39 | 6 | 42 | 6 | 45 |
| 60 | 5 | 35 | 5 | 37 | 5 | 39 | 5 | 41 | 5 | 43 |
| 65 | 4 | 37 | 4 | 39 | 4 | 40 | 4 | 42 | 4 | 44 |
| 70 | 3 | 40 | 3 | 42 | 3 | 43 | 3 | 44 | 3 | 46 |
| 75 | 2 | 44 | 2 | 46 | 2 | 47 | 2 | 48 | 2 | 49 |
| 80 | 1 | 49 | 1 | 50 | 1 | 51 | 1 | 52 | 1 | 52 |
| 85 | 0 | 54 | 0 | 55 | 0 | 55 | 0 | 56 | 0 | 56 |
| 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| جدول السموت | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| العدد | عرض كد | | عرض كه | | عرض كو | | عرض كز | | عرض كح | |
| الحمل | كا | لا | كا | ما | كا | نب | كب | ج | كب | يه |
| ه | يط | لز | يط | مز | يط | نح | ك | ط | ك | كا |
| ى | يز | نط | يح | ز | يح | يو | يح | كو | يح | لز |
| يه | يو | ل | يو | لز | يو | مه | يو | ند | يز | ج |
| ك | يه | د | يه | ى | يه | يز | يه | كه | يه | لج |
| كه | يج | مب | يج | مح | يج | نه | يد | ب | يد | ى |
| ل | يب | كو | يب | لا | يب | لز | يب | مج | يب | ن |
| له | يا | يج | يا | يح | يا | كج | يا | كط | يا | له |
| م | ى | ج | ى | ح | ى | يج | ى | يح | ى | كج |
| مه | ح | نو | ط | ة | ط | ه | ط | ى | ط | يد |
| ن | ز | نا | ز | نه | ز | نط | ح | ج | ح | ز |
| نه | و | مح | و | نا | و | ند | و | نز | ز | ة |
| س | ه | مه | ه | مح | ه | نا | ه | ند | ه | نز |
| سه | د | مو | د | مح | د | ن | د | نب | د | نه |
| ع | ج | مز | ج | مط | ج | نا | ج | نج | ج | نه |
| عه | ب | ن | ب | نا | ب | نج | ب | ند | ب | نو |
| ف | ا | نج | ا | ند | ا | نه | ا | نو | ا | نز |
| فه | ة | نز | ة | نز | ة | نح | ة | نح | ة | نط |
| ص | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة |

Ari ما ] كا B 10 يح ] بر B 20 يز ] بو CD يه[5] ] بد C 25 نه ] به CBD 30 ن ] ر
B 35 له ] لد D 50 نط ] نط CD 55 ند ] بد CD ة ] ه B 60 نز ] بر 65 نب ] ىب
B نه ] به B 70 مز ] مه B يحـ ] يحـ B نه ] به B, *in corr.* D 75 نا ] با CD يحـ ] يد
CD, يحـ B 80 يحـ ] يحـ B نو ] بو B 85 نز[2] ] نح B نط ] نط B



| Table of Azimuths | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | lat. 24 | | lat. 25 | | lat. 26 | | lat. 27 | | lat. 28 | |
| Ari | 21 | 31 | 21 | 41 | 21 | 52 | 22 | 3 | 22 | 15 |
| 5 | 19 | 37 | 19 | 47 | 19 | 58 | 20 | 9 | 20 | 21 |
| 10 | 17 | 59 | 18 | 7 | 18 | 16 | 18 | 26 | 18 | 37 |
| 15 | 16 | 30 | 16 | 37 | 16 | 45 | 16 | 54 | 17 | 3 |
| 20 | 15 | 4 | 15 | 10 | 15 | 17 | 15 | 25 | 15 | 33 |
| 25 | 13 | 42 | 13 | 48 | 13 | 55 | 14 | 2 | 14 | 10 |
| 30 | 12 | 26 | 12 | 31 | 12 | 37 | 12 | 43 | 12 | 50 |
| 35 | 11 | 13 | 11 | 18 | 11 | 23 | 11 | 29 | 11 | 35 |
| 40 | 10 | 3 | 10 | 8 | 10 | 13 | 10 | 18 | 10 | 23 |
| 45 | 8 | 56 | 9 | 0 | 9 | 5 | 9 | 10 | 9 | 14 |
| 50 | 7 | 51 | 7 | 55 | 7 | 59 | 8 | 3 | 8 | 7 |
| 55 | 6 | 48 | 6 | 51 | 6 | 54 | 6 | 57 | 7 | 0 |
| 60 | 5 | 45 | 5 | 48 | 5 | 51 | 5 | 54 | 5 | 57 |
| 65 | 4 | 46 | 4 | 48 | 4 | 50 | 4 | 52 | 4 | 55 |
| 70 | 3 | 47 | 3 | 49 | 3 | 51 | 3 | 53 | 3 | 55 |
| 75 | 2 | 50 | 2 | 51 | 2 | 53 | 2 | 54 | 2 | 56 |
| 80 | 1 | 53 | 1 | 54 | 1 | 55 | 1 | 56 | 1 | 57 |
| 85 | 0 | 57 | 0 | 57 | 0 | 58 | 0 | 58 | 0 | 59 |
| 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| جدول السموت | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| العدد | عرض كط | | عرض ل | | عرض لا | | عرض لب | | عرض لح | |
| الحمل | كب | كح | كب | ما | كب | نه | كج | ى | كج | كو |
| ه | ك | لح | ك | مه | ك | نح | كا | يب | كا | كو |
| ى | يح | مح | يط | ة | يط | يج | يط | كو | يط | م |
| يه | يز | يج | يز | كج | يز | له | يز | مز | يح | ة |
| ك | يه | مب | يه | نب | يو | ج | يو | يد | يو | كو |
| كه | يد | يح | يد | كز | يد | له | يد | مو | يد | نز |
| ل | يب | نح | يج | و | يج | يد | يج | كج | يج | لب |
| له | يا | ما | يا | مح | يا | نه | يب | ج | يب | يب |
| م | ى | كط | ى | له | ى | مب | ى | مط | ى | نو |
| مه | ط | يط | ط | كد | ط | ل | ط | لو | ط | مج |
| ن | ح | يا | ح | يه | ح | ك | ح | كه | ح | لا |
| نه | ز | د | ز | ح | ز | يب | ز | يز | ز | كب |
| س | و | ة | و | ج | و | ز | و | يا | و | يه |
| سه | د | نح | ه | ا | ه | د | ه | ز | ه | يا |
| ع | ج | نز | د | ة | د | ب | د | ه | د | ح |
| عه | ب | نح | ج | ة | ج | ب | ج | د | ج | ه |
| ف | ا | نح | ب | ة | ب | ا | ب | ب | ب | ج |
| فه | ا | ة | ا | ة | ا | ا | ا | ا | ا | ب |
| ص | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة |

Ari كب[1] ] كد B   ما ] نه B   5 نح ] مح CD, مه B   10 مح ] لح T   يحـ ] ة B   15 يحـ ] نحـ
40 لو بد B   35 يا مح ] مح B   30 نح ] لو BT   25 له ] به B   20 يد ] مو B   مز T
به ] يا 50 CD كد ] ك B   مامح ] طكد B   ك ] يط 45 CBD   بو ] نو B   محـ بد ] ى له
و ] ز B   ح به ] وحـ 60 T   بو ] يز طك ] زح 55 T   كب ] ك B   ى له ] ح يه B
B ة ] ا[1] 85 BT و ] ه T ا ] ب[2] 75 B ر ] نز 70 B



| Table of Azimuths | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | lat. 29 | | lat. 30 | | lat. 31 | | lat. 32 | | lat. 33 | |
| Ari | 22 | 28 | 22 | 41 | 22 | 55 | 23 | 10 | 23 | 26 |
| 5 | 20 | 33 | 20 | 45 | 20 | 58 | 21 | 12 | 21 | 26 |
| 10 | 18 | 48 | 19 | 0 | 19 | 13 | 19 | 26 | 19 | 40 |
| 15 | 17 | 13 | 17 | 23 | 17 | 35 | 17 | 47 | 18 | 0 |
| 20 | 15 | 42 | 15 | 52 | 16 | 3 | 16 | 14 | 16 | 26 |
| 25 | 14 | 18 | 14 | 27 | 14 | 35 | 14 | 46 | 14 | 57 |
| 30 | 12 | 58 | 13 | 6 | 13 | 14 | 13 | 23 | 13 | 32 |
| 35 | 11 | 41 | 11 | 48 | 11 | 55 | 12 | 3 | 12 | 12 |
| 40 | 10 | 29 | 10 | 35 | 10 | 42 | 10 | 49 | 10 | 56 |
| 45 | 9 | 19 | 9 | 24 | 9 | 30 | 9 | 36 | 9 | 43 |
| 50 | 8 | 11 | 8 | 15 | 8 | 20 | 8 | 25 | 8 | 31 |
| 55 | 7 | 4 | 7 | 8 | 7 | 12 | 7 | 17 | 7 | 22 |
| 60 | 6 | 0 | 6 | 3 | 6 | 7 | 6 | 11 | 6 | 15 |
| 65 | 4 | 58 | 5 | 1 | 5 | 4 | 5 | 7 | 5 | 11 |
| 70 | 3 | 57 | 4 | 0 | 4 | 2 | 4 | 5 | 4 | 8 |
| 75 | 2 | 58 | 3 | 0 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 5 |
| 80 | 1 | 58 | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| 85 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| جدول السموت | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| العدد | عرض لد | | عرض له | | عرض لو | | عرض لز | | عرض لح | |
| الحمل | كج | مب | كد | ة | كد | يح | كد | لز | كد | نو |
| ه | كا | ما | كا | نح | كب | يه | كب | لب | كب | ن |
| ى | يط | نه | ك | ى | ك | كو | ك | مج | كا | ة |
| يه | يح | يد | يح | كح | يح | مج | يح | نح | يط | يج |
| ك | يو | لح | يو | نا | يز | د | يز | يز | يز | لا |
| كه | يه | ح | يه | يط | يه | ل | يه | مب | يه | ند |
| ل | يج | مب | يج | نب | يد | ب | يد | يج | يد | كد |
| له | يب | كا | يب | ل | يب | م | يب | ن | يج | ة |
| م | يا | د | يا | يب | يا | كا | يا | ل | يا | لط |
| مه | ط | ن | ط | نز | ى | د | ى | يب | ى | ك |
| ن | ح | لز | ح | مد | ح | نا | ح | نح | ط | ه |
| نه | ز | كح | ز | لد | ز | م | ز | مو | ز | نب |
| س | و | ك | و | كه | و | لا | و | لو | و | ما |
| سه | ه | يه | ه | يط | ه | كج | ه | كز | ه | لا |
| ع | د | يا | د | يد | د | يز | د | ك | د | كد |
| عه | ج | ح | ج | ى | ج | يب | ج | يه | ج | يز |
| ف | ب | ه | ب | و | ب | ح | ب | ط | ب | يا |
| فه | ا | ب | ا | ج | ا | د | ا | د | ا | ه |
| ص | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة |

Ari كج ] يحB 5 نح ] يج CD, يحB ن ] ر B 10 نه ] يه CD 15 كج ] كجB, يحT 20
نا ] نا B 35 يب[3] ] نب C ن ] ر B يج ] يح B 45 نز ] ير CD يب ] نب B 65 كز ]
كو B 75 ح ] جـ B 80 ح ] ط CD 85 ه ] د CD



| Table of Azimuths | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | lat. 34 | | lat. 35 | | lat. 36 | | lat. 37 | | lat. 38 | |
| Ari | 23 | 42 | 24 | 0 | 24 | 18 | 24 | 37 | 24 | 56 |
| 5 | 21 | 41 | 21 | 58 | 22 | 15 | 22 | 32 | 22 | 50 |
| 10 | 19 | 55 | 20 | 10 | 20 | 26 | 20 | 43 | 21 | 0 |
| 15 | 18 | 14 | 18 | 28 | 18 | 43 | 18 | 58 | 19 | 13 |
| 20 | 16 | 38 | 16 | 51 | 17 | 4 | 17 | 17 | 17 | 31 |
| 25 | 15 | 8 | 15 | 19 | 15 | 30 | 15 | 42 | 15 | 54 |
| 30 | 13 | 42 | 13 | 52 | 14 | 2 | 14 | 13 | 14 | 24 |
| 35 | 12 | 21 | 12 | 30 | 12 | 40 | 12 | 50 | 13 | 0 |
| 40 | 11 | 4 | 11 | 12 | 11 | 21 | 11 | 30 | 11 | 39 |
| 45 | 9 | 50 | 9 | 57 | 10 | 4 | 10 | 12 | 10 | 20 |
| 50 | 8 | 37 | 8 | 44 | 8 | 51 | 8 | 58 | 9 | 5 |
| 55 | 7 | 28 | 7 | 34 | 7 | 40 | 7 | 46 | 7 | 52 |
| 60 | 6 | 20 | 6 | 25 | 6 | 31 | 6 | 36 | 6 | 41 |
| 65 | 5 | 15 | 5 | 19 | 5 | 23 | 5 | 27 | 5 | 31 |
| 70 | 4 | 11 | 4 | 14 | 4 | 17 | 4 | 20 | 4 | 24 |
| 75 | 3 | 8 | 3 | 10 | 3 | 12 | 3 | 15 | 3 | 17 |
| 80 | 2 | 5 | 2 | 6 | 2 | 8 | 2 | 9 | 2 | 11 |
| 85 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 5 |
| 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| جدول السموت | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| العدد | عرض لط | | عرض م | | عرض ما | | عرض مب | | عرض مح | |
| الحمل | كه | يو | كه | لح | كو | ب | كو | كو | كو | نب |
| ه | كج | ى | كج | ل | كج | ن | كد | ى | كد | لب |
| ى | كا | يز | كا | لد | كا | نب | كب | ى | كب | ل |
| يه | يط | كح | يط | مد | ك | ة | ك | يز | ك | له |
| ك | يز | مه | يح | ة | يح | يه | يح | ل | يح | مز |
| كه | يو | ز | يو | كا | يو | له | يو | ن | يز | و |
| ل | يد | لو | يد | مح | يه | ا | يه | يه | يه | ل |
| له | يج | يا | يج | كب | يج | لد | يج | مو | يج | نط |
| م | يا | مط | يا | نط | يب | ط | يب | ك | يب | لب |
| مه | ى | كط | ى | لح | ى | مز | ى | نز | يا | ز |
| ن | ط | يب | ط | ك | ط | كح | ط | لز | ط | مو |
| نه | ز | نح | ح | ه | ح | يب | ح | ك | ح | كح |
| س | و | مز | و | نج | و | نط | ز | ه | ز | يب |
| سه | ه | لو | ه | ما | ه | مو | ه | نب | ه | نح |
| ع | د | كح | د | لب | د | لو | د | م | د | مه |
| عه | ج | ك | ج | كب | ج | كه | ج | كح | ج | لب |
| ف | ب | يب | ب | يد | ب | يو | ب | يح | ب | ك |
| فه | ا | و | ا | ز | ا | ح | ا | ط | ا | ى |
| ص | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة |

Ari يو ] نو C 5 ل ] له B ن ] ر B ى$^2$ ] د T 10 نب ] ب CBTD ى ] د T 15
كح ] كج T مد ] مه T ك$^1$ ] ط B يز ] م CD 20 يه ] نه B, مه T ل ] لب D 25 ن ]
ر B يز ] مر B 30 يد$^1$ ] يه B 35 لد ] له B 40 معط ] ط C, نط D يا$^2$ ] نا B نط ]
نط CBD 45 كط ] كه B لح ] مح CD نز ] مر CBD ز ] ن CD 50 كح ] مح B 55
نح ] مح C 60 نط ] نط B 65 نب ] ب B نح ] مح CBD 70 كح ] كج T د$^4$ ] ج CD
75 ج$^4$ ] ب CD 80 ك ] كد C, *illeg.* D



| Table of Azimuths | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | lat. 39 | | lat. 40 | | lat. 41 | | lat. 42 | | lat. 43 | |
| Ari | 25 | 16 | 25 | 38 | 26 | 2 | 26 | 26 | 26 | 52 |
| 5 | 23 | 10 | 23 | 30 | 23 | 50 | 24 | 10 | 24 | 32 |
| 10 | 21 | 17 | 21 | 34 | 21 | 52 | 22 | 10 | 22 | 30 |
| 15 | 19 | 28 | 19 | 44 | 20 | 0 | 20 | 17 | 20 | 35 |
| 20 | 17 | 45 | 18 | 0 | 18 | 15 | 18 | 30 | 18 | 47 |
| 25 | 16 | 7 | 16 | 21 | 16 | 35 | 16 | 50 | 17 | 6 |
| 30 | 14 | 36 | 14 | 48 | 15 | 1 | 15 | 15 | 15 | 30 |
| 35 | 13 | 11 | 13 | 22 | 13 | 34 | 13 | 46 | 13 | 59 |
| 40 | 11 | 49 | 11 | 59 | 12 | 9 | 12 | 20 | 12 | 32 |
| 45 | 10 | 29 | 10 | 38 | 10 | 47 | 10 | 57 | 11 | 7 |
| 50 | 9 | 12 | 9 | 20 | 9 | 28 | 9 | 37 | 9 | 46 |
| 55 | 7 | 58 | 8 | 5 | 8 | 12 | 8 | 20 | 8 | 28 |
| 60 | 6 | 47 | 6 | 53 | 6 | 59 | 7 | 5 | 7 | 12 |
| 65 | 5 | 36 | 5 | 41 | 5 | 46 | 5 | 52 | 5 | 58 |
| 70 | 4 | 28 | 4 | 32 | 4 | 36 | 4 | 40 | 4 | 45 |
| 75 | 3 | 20 | 3 | 22 | 3 | 25 | 3 | 28 | 3 | 32 |
| 80 | 2 | 12 | 2 | 14 | 2 | 16 | 2 | 18 | 2 | 20 |
| 85 | 1 | 6 | 1 | 7 | 1 | 8 | 1 | 9 | 1 | 10 |
| 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| جدول السموت | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| العدد | عرض مد | | عرض مه | | عرض مو | | عرض مز | | عرض مح | |
| الحمل | كز | يط | كز | مز | كح | يز | كح | مط | كط | كب |
| ه | كد | نه | كه | ك | كه | ن | كو | ك | كو | نا |
| ى | كب | نج | كج | يح | كج | مه | كد | يب | كد | م |
| يه | ك | نه | كا | يح | كا | مج | كب | ح | كب | لد |
| ك | يط | ه | يط | كه | يط | مح | ك | يب | ك | لو |
| كه | يز | كد | يز | مب | يح | ب | يح | كب | يح | مج |
| ل | يه | مو | يو | ج | يو | ك | يو | لح | يو | نز |
| له | يد | يج | يد | كح | يد | مج | يه | ة | يه | يز |
| م | يب | مد | يب | نز | يج | يا | يج | كو | يج | مب |
| مه | يا | يح | يا | ل | يا | مب | يا | نه | يب | ط |
| ن | ط | نو | ى | و | ى | يز | ى | كح | ى | م |
| نه | ح | لز | ح | مو | ح | نه | ط | ه | ط | يه |
| س | ز | يط | ز | كز | ز | له | ز | مج | ز | نب |
| سه | و | د | و | ى | و | يز | و | كد | و | لا |
| ع | د | ن | د | نه | ه | ة | ه | ه | ه | يا |
| عه | ج | لو | ج | م | ج | مد | ج | مح | ج | نب |
| ف | ب | كج | ب | كو | ب | كط | ب | لب | ب | له |
| فه | ا | يب | ا | يج | ا | يد | ا | يه | ا | يز |
| ص | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة | ة |

Ari يز ] نو C, بو D   مط ] ط B   5 كد ] كه CD   نه ] به B   ك$^{1}$ ] له T   ن ] ر B
ك$^{2}$ ] ل T   10 نج ] مج B   15 نه ] به B   لد ] لر T   20 كه ] كد CD   مح ] مج CD   30
لح ] مح T   نز ] يز CBD   40 كو ] كر CD   45 نه ] به B   55 نه ] به CD   ه ] و B   60
نب ] س CBD   65 يز ] نز CD   70 نه ] به B   ه$^{3}$ ] به T   80 كط ] *in corr.* B



| Table of Azimuths | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| no. | lat. 44 | | lat. 45 | | lat. 46 | | lat. 47 | | lat. 48 | |
| Ari | 27 | 19 | 27 | 47 | 28 | 17 | 28 | 49 | 29 | 22 |
| 5 | 24 | 55 | 25 | 20 | 25 | 50 | 26 | 20 | 26 | 51 |
| 10 | 22 | 53 | 23 | 18 | 23 | 45 | 24 | 12 | 24 | 40 |
| 15 | 20 | 55 | 21 | 18 | 21 | 43 | 22 | 8 | 22 | 34 |
| 20 | 19 | 5 | 19 | 25 | 19 | 48 | 20 | 12 | 20 | 36 |
| 25 | 17 | 24 | 17 | 42 | 18 | 2 | 18 | 22 | 18 | 43 |
| 30 | 15 | 46 | 16 | 3 | 16 | 20 | 16 | 38 | 16 | 57 |
| 35 | 14 | 13 | 14 | 28 | 14 | 43 | 15 | 0 | 15 | 17 |
| 40 | 12 | 44 | 12 | 57 | 13 | 11 | 13 | 26 | 13 | 42 |
| 45 | 11 | 18 | 11 | 30 | 11 | 42 | 11 | 55 | 12 | 9 |
| 50 | 9 | 56 | 10 | 6 | 10 | 17 | 10 | 28 | 10 | 40 |
| 55 | 8 | 37 | 8 | 46 | 8 | 55 | 9 | 5 | 9 | 15 |
| 60 | 7 | 19 | 7 | 27 | 7 | 35 | 7 | 43 | 7 | 52 |
| 65 | 6 | 4 | 6 | 10 | 6 | 17 | 6 | 24 | 6 | 31 |
| 70 | 4 | 50 | 4 | 55 | 5 | 0 | 5 | 5 | 5 | 11 |
| 75 | 3 | 36 | 3 | 40 | 3 | 44 | 3 | 48 | 3 | 52 |
| 80 | 2 | 23 | 2 | 26 | 2 | 29 | 2 | 32 | 2 | 35 |
| 85 | 1 | 12 | 1 | 13 | 1 | 14 | 1 | 15 | 1 | 17 |
| 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| جدول السموت | | | | |
|---|---|---|---|---|
| العدد | عرض مط | | عرض ن | |
| الحمل | كط | نز | ل | لد |
| ه | كز | كد | كح | ة |
| ى | كه | ى | كه | م |
| يه | كج | ب | كج | ل |
| ك | كا | ة | كا | كو |
| كه | يط | ه | يط | كز |
| ل | يز | يو | يز | لو |
| له | يه | له | يه | ند |
| م | يج | نح | يد | يه |
| مه | يب | كد | يب | م |
| ن | ى | نج | يا | ز |
| نه | ط | كو | ط | لح |
| س | ح | ا | ح | يا |
| سه | و | لح | و | مو |
| ع | ه | يز | ه | كج |
| عه | ج | نز | د | ب |
| ف | ب | لح | ب | ما |
| فه | ا | يح | ا | ك |
| ص | ة | ة | ة | ة |

Ari نز ] نر CBD 25 ه ] به T كز ] لر T 35 ند ] بد T 50 نج ] عج B ز ] ن CD 55 لخ ] عج T



| Table of Azimuths | | | | |
|---|---|---|---|---|
| no. | lat. 49 | | lat. 50 | |
| Ari | 29 | 57 | 30 | 34 |
| 5 | 27 | 24 | 28 | 0 |
| 10 | 25 | 10 | 25 | 40 |
| 15 | 23 | 2 | 23 | 30 |
| 20 | 21 | 0 | 21 | 26 |
| 25 | 19 | 5 | 19 | 27 |
| 30 | 17 | 16 | 17 | 36 |
| 35 | 15 | 35 | 15 | 54 |
| 40 | 13 | 58 | 14 | 15 |
| 45 | 12 | 24 | 12 | 40 |
| 50 | 10 | 53 | 11 | 7 |
| 55 | 9 | 26 | 9 | 38 |
| 60 | 8 | 1 | 8 | 11 |
| 65 | 6 | 38 | 6 | 46 |
| 70 | 5 | 17 | 5 | 23 |
| 75 | 3 | 57 | 4 | 2 |
| 80 | 2 | 38 | 2 | 41 |
| 85 | 1 | 18 | 1 | 20 |
| 90 | 0 | 0 | 0 | 0 |

## النوع الخامس
## فى صفة تخطيط الأسطرلاب الشمالية

فإذ قد فرغنا من وضع ما يحتاج إليه فى صنعة الأسطرلاب من الجداول فلنصف الآن كيف نرسم ذلك ونعمله أولاً على جهة القطب الشمالى إذ كان نصف كرة الفلك الشمالى بما فيه من الكواكب هو الأكثر ظهوراً فى الأقاليم الشمالية من الأرض وكان ما قرب من القطب الجنوبى من الكواكب إما غير ظاهر البتة فى هذه الأقاليم وإما قليل الظهور ولذلك اقتصرنا على وضع الجداول على جهة القطب الشمالى متبعين فيه لعمل القدماء وسنصف بعد ذلك كيف يعمل الأسطرلاب على جهة القطب الجنوبى فلكيلا نطيل القول نقتصر من وصف صنعة الصفائح وتدويرها وإحكام تسوية وجوهها وتوازى سطوحها وقسمة حجرة الأسطرلاب بأقسام دائرة معدل النهار التى هى ثلثمائة وستون جزءًا على ما لم يزل أهل هذه الصناعة يعملونها عليه وإذ كان غرضنا أن نصف تخطيط الأسطرلاب بما قدمنا وصفه فقط فنبتدئ بصفة تخطيط ما يقع فى صفيحة العنكبوت التى هى واحدة لجميع الأقاليم ونجعل ذلك فى مثال جامع ·

---

3 فرغنا من وضع ] وضعنا B, اتينا على جميع S    3 صنعة ] أعنى هذه الآلة add. CD    3 من[2] ] فى CTD    4 ونعمله أولاً على ] فى S    5 الفلك ] القطب CD    5 الأكثر ] اكثر S    5 الأقاليم ] أقاليم CD    7 هذه ] om. BS    7 وضع ] om. BS    8 متبعين ] فيتبعس T متمين S    8 القدماء ] marg. B    11 سطوحها ] om. B, سطورها S, marg. B    12 يعملونها ] يعملونه CBDS    12 عليه ] العنكبوت add. T    12 وإذ ] وإذا CBTS    13 بما ] قد add. B    14 صفيحة ] صفحة S hic et saepius    14 لجميع ] بجمع B    15 جامع ] إن شاء الله add. T



## *Chapter 5*
## *On how to delineate the northern astrolabe*

Since we have finished putting down what tables are needed in making the astrolabe, let us now describe how we draw that. First we construct it with respect to the north pole[1], since the northern hemisphere with the stars on it is the one that is more visible in the northern climates of the earth, and the stars near the south pole are either absolutely invisible in these climates or seldom visibile. Therefore we have restricted ourselves to setting out tables with respect to the north pole, following in it the practice [*'amal*] of the ancients. After that we shall describe how to make the astrolabe with respect to the south pole. In order not to prolong the discussion we shall restrict ourselves in the description of making the plates – making them round, making their surfaces perfectly even and their planes parallel, and the division of the rim of the astrolabe into the divisions of the equator circle, which are 360 degrees – to the way in which the practitioners of this art are still making them. Since it is our aim to describe the delineation of the astrolabe only according to what we have described earlier, we begin with a description of the delineation of what falls on the plate of the rete, which is the same for all climates. We do that with a comprehensive example.

---

[1] I.e. the projection is made onto the plane tangent to the north pole.

[1] فنفرض صفيحة العنكبوت دائرة ابجد ومركزها نقطة ه
ونخرج قطريها يتقاطعان على زاوية قائمة عليهما ا ج ب د ونجعل خط
اج خط نصف النهار وخط ب د خط أفق الفلك المستقيم على ما بينا قبل
ونعمل مسطرة مستوية كهيئة مسطرة زح ونأخذ منها بقدر قطر اج وهو
20 ح ط فنقسمه بستين جزءًا أقساماً مستوية لا زلل فيها ونقسم كل جزء بما
أمكن من الدقائق على قدر عظم الأسطرلاب ونكتفى بأن نقسم منها
الخمسة الأجزاء الأولى بالأجزاء والدقائق ونقسم الباقى بالخمسات فقط
ونقسم باقى المسطرة بمثل أقسام ح ط ثم نأخذ بالبركار من أجزاء المسطرة
ثمانية أجزاء وأربعاً وثلثين دقيقة التى بينا أنها بعد مركز دائرة فلك البروج
25 من مركز الصفيحة فنضع أحد طرفى البركار على مركز ه والطرف الآخر حيث
بلغ من خط ه ا فيقع على نقطة ك ثم نأخذ بالبركار أيضاً من المسطرة واحداً
وعشرين جزءًا وستاً وعشرين دقيقة فنضع أحد طرفيه على نقطة ك والطرف
الآخر حيث بلغ من خط ه ا فيقع الطرف الآخر على نقطة ا لأن خط ا ه
يكون ثلثين جزءًا من المسطرة وندير به على مركز ك دائرة فلك البروج عليها
30 ا ل م ن فتبين على ما قدمنا أن نقطة ا رأس الجدى ونقطة ل رأس الحمل
ونقطة م رأس السرطان ونقطة ن رأس الميزان ·

---

16 فنفرض ] نفرض T, فلنفرض D; تخطيط العنكبوت صفة *praef.* T   17 قطريها ] قطراها B   17 عليهما ] عليها CBTDS   18 ما ] قد *add.* BS   19 مستوية ] BTS: مقسومة CD   19 زح ] دح CD   20 بستين ] ستين B   20 مستوية ] CD: متساوية BTS   20 جزء ] منها *add.* S   22 الأولى ] الأول S   23 حط ] حطه C, معطه (ح *marg.*) D   23 أجزاء ] اخر B   24 وأربعاً وثلثين ] ٤٤ BS   27 جزءًا وستاً وعشرين ] وثلثين BS   27-28 والطرف الآخر ] والآخر T   28 خط¹ ] نقطة S   28 فيقع ] يقع T   28 اه ] يكون *add. et del.* B   29 وندير به ] وندبره S   29 ك ] يكون بعد ما بين *add. et del.* T   30 ا ل م ن ] الر B, ال م ز S   30 فتبين ] فبين T   31 ن ] ر BS



[1] We assume the plate of the rete to be circle *ABGD* and its centre point *E*. We draw its diameters intersecting at a right angle with *A G B D* on them. We make line *AG* the meridian line and line *BD* the horizon line at *sphaera recta*, as described earlier. We make a straight rule, e.g. rule $Z'H'$[2]; we take on it [a distance] in the amount of diameter *AG*, which is $H'T'$, and divide it into 60 parts [*juz*ʾ] in even divisions [*qism*] with no irregularity in them; we divide each part [*juz*ʾ] into as many subdivisions [*daqīqa*] as possible for the size of the astrolabe – but we content ourselves with dividing its first five parts [*juz*ʾ] into parts [*juz*ʾ] and subdivisions [*daqīqa*] and divide the rest into fives only[3]. We divide the rest of the rule into the same parts as $H'T'$. Then with the compasses we take from the parts of the rule $8^p34'$, which, as we have explained, is the distance of the centre of the zodiac circle from the centre of the plate. Then we put one of the ends of the compasses on centre *E* and the other end wherever it reaches on line *EA* – let it fall at point *K*. Then we also take with the compasses [the distance] on the rule $21^p26'$ and put one of its ends at point *K* and the other end wherever it reaches on line *EA* – the other end falls at point *A*, because line *EA* is thirty parts of the rule. We draw with it, about point *K*, the zodiac circle, on which are *A L M N*: it becomes clear according to what we have set out earlier that point *A* is the beginning of Capricorn, point *L* the beginning of Aries, point *M* the beginning of Cancer and point *N* the beginning of Libra.

---

[2] Letters referring to the rule are marked in the translation with a dash, i.e. $Z'$, $H'$, $T'$. The letters *Z*, *H*, *T* are later used for points on the rete. There is no distinction in the Arabic between *Z* and $Z'$, etc.

[3] In the diagram here printed the first five parts are divided into individual parts, but no attempt at subdivision has been made. The dimensions of the parts supporting the star pointers and zodiac are the result of a compromise between the instructions in the possibly suspect passage at the end of the section on the rete (lines 104–113) and the diagram in C.

وندير أيضاً بالبركار فى دائرة $\overline{\text{ال م ن}}$ دائرتين على مركز $\overline{\text{ك}}$ يكون بعد ما

بين دائرة $\overline{\text{ال م ن}}$ وبين التى تليها من الدائرتين وهى الوسطى مقدار جزء من

| ف | عه | ع | سه | س | نه | ن | مه | م | له | ل | كه | ك | يه | ى | ه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | |

ز ط ح

أجزاء المسطرة وما بين هذه الوسطى وبين الصغرى مقدار جزئين ليكون ما

بين الدائرة الصغرى والدائرة الوسطى لأقسام البروج فقط وما بين الوسطى 35

والعظمى لأقسام أجزاء البروج ونقتصر على أن يكون مثال لنا على سدس

32 بالبركار ] البركار D 32 دائرة $\overline{\text{ال م ن}}$ ] *lac.* D 32 $\overline{\text{ال م ن}}$ ] $\overline{\text{المر}}$ B, $\overline{\text{ال م ز}}$ S 33 $\overline{\text{ال م ن}}$ ] $\overline{\text{المر}}$ B, $\overline{\text{ال م ز}}$ S
33 تليها ] قبلها BS 33 وهى ] أعنى S 35 الدائرة ] *om.* S 36 مثال لنا ] مثالاً لنا B, مثالنا TS



With the compasses we also draw, in circle *ALMN*, two circles about centre *K*, the distance between circle *ALMN* and whichever of

[Fig. 5.1]

| 80 | 75 | 70 | 65 | 60 | 55 | 50 | 45 | 40 | 35 | 30 | 25 | 20 | 15 | 10 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | |

Z′ T′ H′

the two circles follows it – it is the middle one – being the amount of one of the parts of the rule and between this middle one and the smallest being the amount of two parts, so that [the space] between the smallest circle and the middle circle is for the divisions of the signs only and [the space] between the middle one and the greatest is for the divisions of the degrees of the signs. We restrict ourselves to having an example according to the sixth of

الأسطرلاب التامة وهو أن نجعل ما يرسم فيها من أجزاء الفلك والمقنطرات
لستة أجزاء ستة اجزاء وينبغى أن ندير فى ظهر صفيحة العنكبوت على نقطة
مسامتة لنقطة كَ دائرة مساوية لدائرة الم ن ومسامتة لها لتكون أصح فى
40 العمل وأبعد من الزلل ثم نبرد حرف دائرة البروج فيما بين العظمى
والوسطى لتكون دائرة البروج مماسة بحرفها الأسفل للصفيحة التى تخط فيها
المقنطرات وتكون أقسام أجزاء فلك البروج التى تقع فيما بين الدائرة العظمى
والوسطى مماسة بأطرافها لسطح صفيحة المقنطرات على الدائرة المخطوطة فى
ظهر صفيحة العنكبوت ·

45 فإذا أحكمنا ذلك قسمنا دائرة البروج على ما نصف وهو أن نقسم
نصف دائرة دابج وهو د ا ب بمائة وثمانين جزءًا متساوية ثم نفصل من
كل واحدة من قوسى دا با بقدر أجزاء مطالع الحمل التى
وضعناها فى الجدول وهو سبعة وعشرون جزءًا وخمسون دقيقة وهما قوسا
دس بع ثم نضع المسطرة على نقطتى س ه وننظر أين تقع المسطرة من
50 دائرة فلك البروج فى النصفين جميعاً فتقطعها على نقطتى ق ت فقوس ل ت
أجزاء برج الحمل وقوس ق ن أجزاء برج الميزان ثم نضع المسطرة أيضاً على
نقطتى ع ه وننظر أين تقع من فلك البروج فتقطعه على نقطتى ش ث
فقوس ل ش أجزاء الحوت وقوس ن ث أجزاء السنبلة ثم نأخذ أيضاً من

38 صفيحة ] الصفيحة B  39 ال م ن ] المر B, ال م ر S  40 وأبعد ] مابعد D  41 بحرفها ] لحرفها CBD  42 المقنطرات ] المنكبوت CD  46 د ا ب ] دابا B, دابا S  48 وضعناها ] وصمناها B  48 الجدول وهو ] الجداول وهى BTS  49 تقع ] تقطع CBD  50 فتقطعها ] فتقطعه CBDS  50 ت ] CBTDSL: ب K, ب P  50 ل ت ] CBTDSL: ا ت K, ل ب P  51 برج[1] ] om. S  51 أيضاً ] om. BS  52 تقع ] تقطع CBTDS  52 ش ث ] P: س ب CD, ش ث ه BS, س ث T, س ب L, ش ت K  53 ل ش ] CTDSLK: ل س BP  53 ن ث ] TS: ن ب C, نت BP, ب ن D, ت ن L, ب K



the complete astrolabe – that is, we make what is drawn on it of degrees of the sphere [*falak*] and the almucantars for every six degrees[4]. On the back of the plate of the rete, about the point coincident with [*musāmita*] point $K$, we must draw a circle equal to circle $ALMN$ and coincident with it, so that it is truest in the construction and furthest from deviation. Then we file the edge of the zodiac circle between the greatest and the middle [circles], so that the zodiac circle touches with its lower edge the plate in which the almucantars are drawn. The divisions of the degrees of the zodiac, which fall between the greatest and middle circle[s], touch with their outermost parts the surface of the plate of the almucantars at the circle drawn on the back of the plate of the rete.

When we have perfected that, we divide the circle of the signs as I shall describe, *viz* we divide half the circle $DABG$, which is $DAB$, into 180 equal degrees. Then we cut off from each of arcs $DA$ $BA$ [an arc] in the amount of the degrees of the ascension of Aries, which we have laid down in the table – it is 27°50′. They are arcs $DS$ $BO$. Then we put the rule on points $S$ $E$ and see where the rule falls on the zodiac circle in both its two halves[5]: it cuts it at points $Q$ $U$. So arc $LU$ is the degrees of the sign of Aries and arc $QN$ is the degrees of the sign of Libra. Then we also put the rule at points $O$ $E$ and see where it falls on the zodiac: it cuts it at points $X\Theta$. So arc $LX$ is the degrees of Pisces and arc $N\Theta$ is the degrees of Virgo. Then we also take from

[4]For simplicity, the degrees between the circles of the zodiac have been omitted from the diagram.

[5]In the diagram the construction lines $H''T''E$ and $L''K''E$ are indicated by dotted lines. These lines do not appear on the diagrams in the extant manuscripts.

جدول المطالع أجزاء مطالع الحمل والثور جميعاً وهى سبعة وخمسون جزءًا
وأربع وأربعون دقيقة ونعمل كما عملنا حتى تخرج لنا مواضع نقط ر ذ ى 55
خ فنكون قد قسمنا كل ربع من أرباع فلك البروج بثلثة أقسام فنخرج من
كل قسم خطاً يفصل دوائر فلك البروج جميعاً ونكتب على كل قسم فيما بين
الدائرة الوسطى والصغرى أسماء البروج ونبدأ من قوس لت فنكتب عليها
الحمل ونتبعه بالبروج إلى آخرها ثم نأخذ أيضاً من كل واحدة من قوسى دا
با بقدر مطالع ستة أجزاء من الحمل وهو خمسة أجزاء وتسع وعشرون 60
دقيقة وهما قوسا دح بط فنضع المسطرة على نقطتى ح ه ونعلم حيث
تقطع المسطرة فلك البروج نقطتى ز و فنقطة و موضع ستة أجزاء من الحمل
ونقطة ز موضع ستة أجزاء من الميزان ونضع المسطرة أيضاً على نقطتى ط ه
ونعلم حيث تقطع فلك البروج نقطتى ف ص فنقطة ف موضع أربعة
وعشرين جزءًا من الحوت ونقطة ص موضع أربعة وعشرين جزءًا من السنبلة 65
ثم نقسم على هذا المثال سائر فلك البروج كل برج بخمسة أقسام ونجيز على
نقط الأقسام خطوطاً فيما بين الدائرة العظمى والوسطى وقد يمكنا قسمة

---

55 نقط ] نقطه S 55 ر ] BTSLP: ز CDK 55 ذ ] T: د CBSLKP, ه D 55 ى ] CBDSLP: ض T, ب K
56 خ ] T: ح CDSLKP, ج B 56 فنخرج ] وتخرج S 57 خطاً ] خط B 57 جميعاً ] بم add. et del. B
58 والصغرى ] والدائرة الصغرى B 58 أسماء ] اسم CTD 58 لت ] TLP: لب CD, لب B, لث S, كت
K 59-60 با ... أيضاً ] جدول مطالع البروج من أجزاء البروج لتقسيم S 59 واحدة ] واحد T
59 قوسى ] قوس B 61 دح ] ح D 61 بط ] lac. D 61-62 ونعلم حيث تقطع المسطرة ] فيقطع من
62 نقطتى ] سقطتى B 62 ز ] P: ر CBTDSLK 62 و[1] ] T: م CBDSLKP 62 و[2] ] T: م
CBDKP, om. L ; و موضع ] lac. S 62 ستة ... موضع ] لسته م ونقطة < lac. > لستة أجزاء من
S 63 ز ] CDLP: ر BT, م S, ن K 63 أيضاً ] om. BS 63 ط ] ف S اجزاء من الحمل ثم ناخذ مطالع
64 ونعلم ] ويتعلم T 64 ونعلم ... تقطع ] فيقطع من دائرة S 64 ف[1] ] و B 64 ص ] T: ح CDK, حـ
BSLP 65 الحوت ... من ] om. D 65 ص ] T: حـ CBSLP, ح K 65 جزءًا[2] ] أجزاء S 67 نقط ] نقطه T
67 والوسطى ] على هذه المثال add. T 67 يمكنا ] حكينا BS



the ascension table the degrees of the ascension of Aries and Taurus together, which are 57°44′. We proceed as we did [before], so that there emerge for us points *R Ø Y J*. So we shall have divided each of the quadrants of the zodiac into three parts. From each division we draw a line cutting off all the circles of the zodiac. On each division between the middle and smallest circle we write the names of the signs. We begin from arc *LU* and write in it "Aries" and follow it with the signs until the last of them. Then we also take from each of arcs *DA BA* [an arc] in the amount of the ascension of 6° of Aries, which is 5°29′. They are arcs *DH BT*. We put the rule on points *H E* and where the rule cuts the zodiac we mark points *Z W*. So point *W* is the position of 6° of Aries and point *Z* the position of 6° of Libra. We also place the rule on points *T E* and where it cuts the zodiac we mark points *F C*[6]: point *F* is the position of 24° of Pisces and point *C* is the position of 24° of Virgo. Then, on this model, we divide the rest of the zodiac, each sign into five divisions. Through the division points we pass lines between the greatest and the middle circle. We can divide

---

[6]Here the readings *W* (i.e. و) and *C* (ص) are accepted from T against all the other manuscripts. These have *M* (م) for *W*, and *H* (ح) or *G* (حـ) for *C*. Not only have *M* and *H* (or *G*) been used already, but in the Eastern Arabic *abjad* alphabet as used for lettering diagrams *C* follows *F*; and *W*, if used, precedes *Z*.

فلك البروج بوجه أسهل من هذا الوجه وقريب فى الصحة مما قدمنا وهو
أن تلزم صفيحة العنكبوت صفيحة أم الأسطرلاب حتى يركب كل واحد من
خطى اج دب نظيره فى صفيحة أم الأسطرلاب ثم نضع المسطرة على مثل 70
المطالع التى عملنا بها من أقسام حجرة الأسطرلاب فنستغنى بذلك عن قسمة
نصف دائرة ابد إلا أن العمل بأقسام دائرة ادب أبعد من الزلل وأصح فى
الصنعة ·

[2] ومن بعد فراغنا من دائرة فلك البروج نصف كيف نرسم
مواضع الكواكب الثابتة فى العنكبوت ونجعل لذلك مثالاً من كوكبين فنأخذ 75
من الجدول الجزء الذى يمر مع النسر الطائر فى خط وسط السماء فنجده فى
الجدى أحد عشر جزءًا وأربعين دقيقة فنعلم على موضعه من فلك البروج فى
العنكبوت نقطة ح ونخرج خط حه غير مؤثر فى الصفيحة ثم نأخذ بالبركار
من المسطرة بقدر نصف قطر مدار النسر الطائر فى الجدول وهو سبعة عشر
جزءًا وست وثلثون دقيقة فنضع أحد طرفيه على نقطة ه ونعلم حيث بلغ 80
الطرف الآخر من خط هح نقطة ط فنقطة ط موضع النسر الطاير فى
العنكبوت ثم نأخذ أيضاً جزء ممر يد الجوزاء من الجدول فنجده فى الجوزاء

---

68 بوجه ] اخر add. BTS 68 الوجه ] om. S 68 وقريب ] وهو قريب T 69 صفيحة ] om. T
70 اجـ ] اب B, اد S 70 صفيحة ] خطى S 71 من أقسام حجرة ] lac. S 71 عن ] من S 72 ابد ] داب
BTS 72 العمل بأقسام ] قسمة نصف S 72 ادب ] ادحب T, داب S 74 ومن بعد ] وبعد CD
74 فراغنا من دائرة ] ذكرنا قسمة S 74 فلك ] om. CD 75 ونجعل ] ولنمثل S 75 مثالاً من كوكبين ] بكوكبين
بدائرة S 76 الجدول ] الكواكب الثابتة add. T 76 مع ] الكوكب add. BS 76 فى¹ ] من D 76 فى خط
S 76 فنجده ] فنجد BS 77 الجدى ] الجدول D 77 موضعه ] موضع CD 78 ح ] غ T 78 حه ] غه T
78 مؤثر ] موتر C 80 نقطة ] om. CD 81 الطرف ] om. CD 81 هح ] om. B, هغ T, هم S, هحه P
81 ط¹ ] ظ T 81 فنقطة ط ] om. BS 81 ط² ] ظ T



the zodiac in a way easier than this way and close in correctness to what we have set forth earlier: it is that the plate of the rete clings to the plate of the *mater* of the astrolabe, so that each of lines $AG$ $DB$ rides its counterpart on the plate of the *mater* of the astrolabe. Then we put the rule at the same ascension, which we used [before], among the divisions of the rim of the astrolabe. By this [means] we can dispense with dividing semicircle $ABD$, but using the divisions of circle $ABD$ would be further from error and more accurate to make.

[2] After finishing the circle of the zodiac, we shall describe how we draw the positions of the fixed stars on the rete. For this we make an example of two stars. From the table we take the degree which passes the meridian line together with [the star] *al-nasr al-ṭā'ir* ["the Flying Eagle", α Aquilae]: we find it in Capricorn 11°40′. At its place in the zodiac on the rete we mark point $H''$[7] and draw line $H''E$, not incised, on the plate. Then with the compasses we take from the rule [a distance] in the amount of the semidiameter of the course of *al-nasr al-ṭā'ir* in the table, which is $17^p36'$. We put one of its ends at point $E$ and mark point $T''$ where the other end reaches on line $EH''$. So point $T''$ is the position of *al-nasr al-ṭā'ir* on the rete. Then we also take the degree of passage [*mediatio*] of [the star] *yad al-jawzā'* ["the Hand of *al-jawzā'*", α Orionis] from the table: we find it in Gemini

---

[7] In this paragraph each of the letters $H$ $T$ $K$ $L$ carries a double dash. This is to distinguish them from the $H$ $T$ $K$ $L$ already used for other points in the diagram. With a few minor deviations, seven of the manuscripts have these letters in all places, but T has, respectively, $I$ (غ) $V$ (ظ) $K$ (ك) $Y$ (ى). It is here considered that $H$ $T$ $K$ $L$ were originally written, because they form a sequence in the letters used for diagrams – $Y$ (ى) was not always included between $T$ and $K$ for this purpose – and it looks as if T was replacing already used letters by others. Presumably $K$ remains even in T because the Arabic alphabet had been exhausted. Cf. the previous note, in which the existence of sequences in the letters was regarded as decisive. We may note that T and K have three separate diagrams for Fig. 5.1: for the rule, for the zodiac and its division, and for the zodiac and the fixed stars. In K the second diagram has an extra graduated semicircle outside $B\widehat{A}D$ and the third is a simplified diagram for the stars *al-nasr al-ṭā'ir* and *yad al-jawzā'*. (In K there is also a general diagram of the fixed stars on the rete, with star names but no letters.) Thus it is possible that the four letters under discussion referred to a diagram different from that containing the original appearance of these letters.

أربعة عشر جزءًا فنعلم على موضعه من فلك البروج فى العنكبوت نقطة كَ
ونخرج خط هكَ وننفذه إلى حرف الصفيحة ونأخذ بالبركار من المسطرة بقدر
85 نصف قطر مدار يد الجوزاء فى الجدول وهو سبعة عشر جزءًا وسبع وأربعون
دقيقة فنضع أحد طرفيه على نقطة هَ ونعلم حيث بلغ الطرف الآخر من خط
هكَ نقطة لَ فنقطة لَ موضع يد الجوزاء فى العنكبوت ونستخرج على هذا
المثال مواضع سائر الكواكب كهيئة ما رسمنا فى مثالنا ·

[3] فإذا فرغنا من ذلك فإنا نحتاج إلى تخريق الصفيحة لكى لا يبقى
90 منها إلا فلك البروج ومواضع الكواكب وما يصل بعض ذلك ببعض إلى
القطب فننظر إلى ما رسمنا من الكواكب الشمالية وهو ما وقع داخل فلك
البروج فما وجدناه قريباً من مركز الصفيحة أضفناه إلى سطح دائرة صغيرة
نديرها على مركز الصفيحة كهيئة ما أضفنا كوكب العيوق والنسر الواقع
والفكة إلى الدائرة الصغيرة فى مثالنا وما وجدناه قريباً من فلك البروج
95 أضفناه إلى فلك البروج كهيئة ما أضفنا النسر الطائر ورأس الحواء ومنكب
الفرس إلى فلك البروج ثم ننظر إلى ما كان من الكواكب الجنوبية فما قرب
منها من حرف الصفيحة أضفناه إلى قوس ندعها من حرف الصفيحة فيما بين
النصف من الدلو إلى النصف من العقرب كهيئة ما أضفنا الشعرى اليمانية

---

83 فنعلم ] فنتعلم T   83 موضعه ] موضع D   83 فلك ] الفلك   83 كَ ] حَ D   84 وننفذه ] فتنفذه T   84 حرف ] طرف MSS   84 من المسطرة ] بالمسطرة D   85 الجدول ] الجداول BT   87 لَ¹ ] ىَ T   87 فنقطة لَ ] om. BS   87 لَ² ] ىَ T   87 ونستخرج ] ثم نستخرج BS   88–96 كهيئة ... البروج ] in S, v. append.   89 تخريق ] تحزيز B, تحرير S   90 بعض ] om. CD   91 داخل ] فى اخر C   92 فما ] بما T   92 دائرة صغيرة ] الدائرة الصغيرة CD   93 أضفنا ] وصفنا B   95 ورأس ] ورجل corr. ex وتد S   95 الحواء ] الجوزا BS   96 فما ] كان add. CD   97 حرف² ] حروف S



14°. At its position in the zodiac on the rete we mark point $K''$. We draw line $EK''$ and extend it to the edge of the plate. With the compasses we take on the rule [a distance] in the amount of the semidiameter of the course of *yad al-jawzā'* in the table: it is 17°47′. We put one of its ends at point $E$ and mark point $L$ where the other end reaches on line $EK''$. So point $L$ is the position of *yad al-jawzā'* on the rete. In this way we obtain the positions of all the stars as described in our example.

[3] When we have finished that, we must perforate the plate so that nothing remains of it except the zodiac, the positions of the stars and what joins them together up to the pole. We look at what we have inscribed of the northern stars, which is what falls inside the zodiac. What we find near the centre of the plate we attach to the surface of a small circle, which we draw about the centre of the plate; for example we attach the star[s] *al-ʿayyūq* [α Aurigae], *al-nasr al-wāqiʿ* [α Lyrae] and *al-fakka* [α Coronae Borealis] to the small circle in our example[8]. What we find near the zodiac we attach to the zodiac; for example we attach *al-nasr al-ṭā'ir* [α Aquilae], *ra's al-ḥawwā'* ["the Head of the Snake-Collector", α Ophiuchi] and *mankib al-faras* ["the Shoulder of the Horse", β Pegasi] to the zodiac. Then we see what there is of the southern stars. What there is of them near the edge of the plate we attach to an arc that we leave from the edge of the plate between the middle of Aquarius to the middle of Scorpius; for example we attach *al-shiʿrā al-yamāniya* ["the Southern Sirius", α Canis Maioris]

---

[8] In the diagram only pointers for *al-nasr al-wāqiʿ*, *al-dabarān* and *qalb al-asad* are drawn; and the positions of *al-nasr al-.ṭā'ir* and *yad al-jawzāʿ* are indicated by $T''$ and $L''$. The manuscripts indicate other stars mentioned in the text.

وقلب العقرب إلى القوس التى تلى حرف الصفيحة وما كان قريباً من فلك
البروج أضفناه إلى قوس أخرى ندعها من الصفيحة فيما بين القوس العظمى 100
وفلك البروج كهيئة ما أضفنا الدبران ويد الجوزاء والشعرى الشآمية وقلب
الأسد إلى القوس الصغيرة المعلقة بالقوس العظمى ·

فإذا أحكمنا ذلك خرقنا جميع ما فى الصفيحة ولم ندع منها شيئاً سوى
ما وصفنا وسوى قطر ندعه من الصفيحة ندبر فلك البروج والكواكب ونصلها
بالقطب ولكى يحسن تقديرنا فيما عملنا ونعمل من الأسطرلاب فلنصف ما 105
يحتاج إلى معرفته من المقادير فى هذا الباب وهو أن نعمل عرض حلقة
الحجرة بمقدار أربعة أجزاء من أقسام المسطرة ونجعل الثُلثين من ذلك مما
يلى حرف الحلقة الخارج لأقسام الخمسات والثلث التى تلى الحرف الداخل
لأقسام الآحاد ونجعل عرض حلقة فلك البروج بمقدار ثلثة أجزاء من
المسطرة من ذلك جزآن مما يلى القطب لأقسام البروج والجزء الباقى مما يلى 110
الحجرة وهو الذى بردناه لأجزاء أقسام البروج ونصف قطر الدائرة التى تلى
القطب خمسة أجزاء وعرض القوس العظمى التى تلى حرف الصفيحة جزآن

---

*100* أضفناه ] أصفته C *100* قوس أخرى ندعها ] القوس الصغيرة S; التى ندعها *supra* S *101* الدبران ويد ] يد
S *101* والشعرى الشآمية ] او الشامية B, والشآمية S *102* المعلقة بالقوس العظمى ] *om.* S *103* فإذا ]
وبعد ما S *103* جميع ] *marg.* C *103* ما فى ] باق CD *103–104* سوى ما وصفنا وسوى قطر ] *lac.* S
*104* ندبر ] بدير B, ندير C, يدير DS *105* لقطب ولكى يحسن ] *lac.* S *105* الأسطرلاب ] الأسطرلابات BS
*107* الثُلثين ] اللثلين S *108* الخارج ] الخارجة CBDS *108* التى تلى ] الذى يلى BTS *108* تلى ] *marg.*
C *109* بمقدار ] مقدار S *109* من ] أقسام *add.* T *110* الباقى ] الثانى CD *111* بردناه ] بركناه B
*111* التى ] الذى T *112* العظمى ] العظيم BS



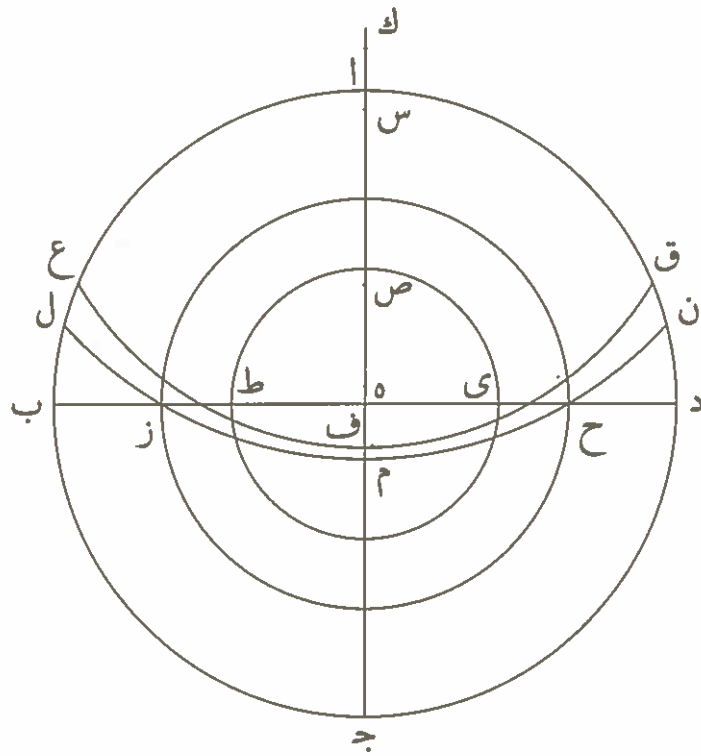
and *qalb al-ʿaqrab* ["the Heart of the Scorpion", α Scorpii] to the arc that runs along the edge of the plate. What is near the zodiac we attach to another arc of the plate that we leave standing between the greater arc and the zodiac, such as *al-dabarān* [α Tauri], *yad al-jawzāʾ* [α Orionis], *al-shiʿrā al-shaʾāmiya* ["the Northern Sirius", α Canis Minoris] and *qalb al-asad* ["the Lion's Heart", α Leonis] [which we attach] to the small arc affixed to the greater arc [along the edge of the rete].

When we have perfected that, we perforate all that is on the plate and we do not leave any of it [standing] except what we have mentioned and except a diameter that we leave of the plate. We arrange the zodiac and the stars and join them to the pole [by the mentioned diameter]. In order that our setting of the quantities in what we have made and shall make of the astrolabe be good, let us describe what quantities must be known in this matter. It is [as follows]: we make the width of the ring of the rim in the quantity of four parts from the divisions of the rule. We assign two thirds of that – along the outer edge of the ring – to the divisions of the fives, and the [remaining] third – along the inner edge – to the division of the units. We make the width of the zodiac ring in the quantity of three parts of the rule – two parts of that near the pole for the divisions of the signs[9] and the remaining part, towards the rim, is what we filed for the degrees of the divisions of the signs. The semidiameter of the circle near the pole is five parts; the width of the greatest arc near the edge of the plate is two parts.

---

[9] "divisions [أقسام] of the signs": perhaps "divisions between the signs" is meant. "the names [أسماء] of the signs" would be better, but is supported by not a single manuscript.

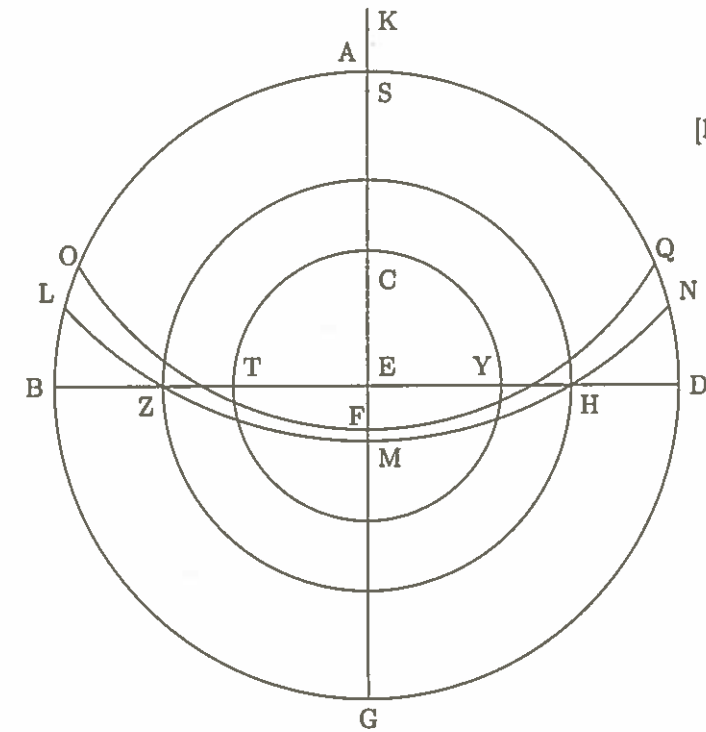
وعرض القوس الصغرى جزء ونصف وعرض القطر جزء ونصف وثخن
صفيحة العنكبوت مثل ثخن صفيحتين من صفائح المقنطرات ·

115 [4] ونصف بعد فراغنا من العنكبوت كيف نرسم فى صفيحة
المقنطرات جميع ما يحتاج إلى رسمه فيها من دوائر المقنطرات والسموت
والساعات وغير ذلك ونجعل ما تبين منه فى مثال جامع للموضع الذى عرضه

ثلثون جزءًا فنفرض الصفيحة دائرة ا ب ج د ونخرج قطريها يتقاطعان على
زاوية قائمة على نقطة ه ونجعل خط ا ج خط نصف النهار وخط د ب أفق

113 جزء¹ ونصف ] جزا ونصفا T 113 جزء¹ ] بوجره D 113 وعرض القطر جزء ونصف ] om. CD 113 جزء ونصف ] جزا ونصفا T 115 فراغنا ] ما فرغنا T 115 صفيحة ] الصفيحة BS
116 جميع ... المقنطرات ] om. S 119 خط² ] om. C



The width of the smaller arc is a part and a half and the width of the diameter is a part and a half. The thickness of the rete plate is equal to the thickness of two of the almucantar plates.

[4] After finishing the rete, we describe how we draw in the almucantar plate all that it is necessary to draw in it of the circles of the almucantars, the azimuths, the hours, etc. We put what is clear of it in a comprehensive example for the place with latitude 30°. We

[Fig. 5.2]

assume the plate as circle *ABGD* and we draw its two diameters intersecting at a right angle at point *E*. We make line *AG* the meridian line and line *DB* the horizon

120 الفلك المستقيم وكل واحد منهما مساوٍ لنظيره من صفيحة العنكبوت ثم نأخذ
بالبركار من المسطرة بقدر أجزاء نصف قطر مدار الحمل فى الأسطرلاب وهو
تسعة عشر جزءًا وتسع وثلثون دقيقة فنضع أحد طرفيه على نقطة هـ وندير
به دائرة زح فتكون هذه الدائرة لمدار رأس الحمل والميزان ونأخذ أيضاً
بالبركار بقدر أجزاء نصف قطر مدار السرطان وهو اثنا عشر جزءًا واثنتان
125 وخمسون دقيقة فندير به أيضاً على مركز هـ دائرة طى فتكون هذه الدائرة
لمدار رأس السرطان وكذلك إذا أردنا أن ندير فى الصفيحة مدارات رؤوس
سائر البروج نظرنا إلى بعد ذلك الجزء من القطب الشمالى وأدخلنا الباقى فى
جدول المدارات فما وجدنا بحياله من أنصاف الأقطار أخذنا بقدر ذلك من
المسطرة بالبركار فأدرنا به فى الصفيحة دائرة لمدار ذلك الجزء وهذه الدوائر فى
130 جميع الصفائح لكل الأقاليم بقدر واحد ٠

ثم من بعد ذلك ننظر الإقليم الذى عرضه مثل عرض الصفيحة التى
نخط فيها فنأخذ منه بعد مركز دائرة الأفق من مركز الصفيحة كمثل ما أخذنا
فى هذا الإقليم المفروض بعد مركز دائرة الأفق وهو أربعة وثلثون جزءًا
ودقيقتان فنأخذ بقدر ذلك من المسطرة بالبركار فنضع أحد طرفيه على نقطة
135 هـ والآخر حيث بلغ من خط هـا فإن وقع خارج الصفيحة زدنا فى خط هـا ما

120 منهما ] منها B   122 جزءًا ] om. B   122-123 وندير به ] ونديره BS   123 ونأخذ ] نأخذ B, ثم ناخذ S   124 قطر ] om. CD   124-125 واثنتان وخمسون ] LK, ف تد CBTDSP   125 فندير به ] فنديره S   125 مركز هـ ] مركزه BS   126 إذا ] إن BTS   127 الباقى ] om. T   128 أخذنا ] marg. B   129 فأدرنا ] وأدرنا S   131 ننظر ] marg. B   132 منه ] بعدر add. T   132 مركز[1] ] marg. D   134 ودقيقتان ] ودقيقتين B   134 بقدر ] بعد B   134 بالبركار ] بالبيكار B   135 وقع ] على add. BS



at *sphaera recta*, each of them equal to its counterpart on the rete plate. Then with the compasses we take on the rule [a distance] in the amount of the parts of the semidiameter of the course of Aries on the astrolabe; it is $19^p39'$. We put one of its ends at point $E$ and draw with it circle $ZH$: this circle stands for the course of the beginning of Aries and Libra. We also take with the compasses [a distance] in the amount of the parts of the semidiameter of the course of Cancer; it is $12^p52'$. We also draw with it circle $TY$ about centre $E$: this circle stands for the course of the beginning of Cancer. Similarly, when we want to draw in the plate the courses of the beginnings of the other signs, we look at the distance of the [respective] degree from the north pole. With the difference [i.e. 180° minus the distance from the north pole] we enter the table of courses: what we find opposite it of the semidiameters – in the amount of that we take [a distance] on the rule with the compasses. With it we draw in the plate a circle for that degree. These circles are of the same size for all plates and for all climates.

Then after that we look at the climate whose latitude is the same as the latitude of the plate on which we are drawing. On it we take the distance of the centre of the horizon circle from the centre of the plate, as, for example, we took in this given climate the distance of the centre of the horizon circle, which is $34^p2'$. With the compasses we take [a distance] of that amount on the rule and put one of its ends at point $E$ and the other where it reaches on line $EA$. If it falls outside the plate, we add to line $EA$ what

احتجنا إليه كمثل ما زدنا فى مثالنا فى خط ها خط اك فنضع طرف البركار
على نقطة ك ثم نأخذ أيضاً من المسطرة بالبركار بقدر أجزاء نصف قطر دائرة
الأفق وهو فى هذا الإقليم تسعة وثلثون جزءًا وثمانى عشرة دقيقة فنضع أحد
طرفيه على نقطة ك ونديز به فى الصفيحة قوس لمن وهى قوس الأفق فى
الصفيحة ولأنا قد فرضنا الصفيحة لسدس الأسطرلاب التامة نأخذ أيضاً من 140
جدول المقنطرات بعد مركز مقنطرة ستة أجزاء فنجده ثمانية وعشرين جزءًا
وتسع دقائق فنأخذ بقدر ذلك من المسطرة بالبركار فنضع أحد طرفيه على
نقطة ه ونعلم حيث بلغ من خط ها نقطة س ثم نأخذ أيضاً من المسطرة
بالبركار بقدر أجزاء نصف قطر هذه المقنطرة وهو اثنان وثلثون جزءًا وتسع
عشرة دقيقة فنضع أحد طرفيه على نقطة س ونديز به فى الصفيحة قوس 145
عفق وهى قوس مقنطرة ستة أجزاء وعلى هذا المثال نخط جميع المقنطرات
إلى أن ننتهى إلى ارتفاع تسعين جزءًا ونأخذ بعد تسعين جزءًا من الجدول
وهو أحد عشر جزءًا وعشرون دقيقة ونأخذ من المسطرة بالبركار بقدر ذلك
فنضع أحد طرفى البركار على نقطة ه ونعلم حيث وقع الطرف الآخر من
خط هك نقطة ص وهى موضع سمت الرؤوس فى الصفيحة . 150

---

136 فى مثالنا ] om. CD 136 فنضع ] مقع B, فيقع S 137 أيضاً ] supra D 137 دائرة ] دايق D 139 لمن ] لمر B, لمز S 140 قد ] om. BTS 140 لسدس ] بسدس B 140 نأخذ ] وناخذ B, فناخذ S 141 ستة ] سرتة D 142 بقدر ] بعد BS 143 ونعلم ] وسعلم T 143 أيضاً ] om. B 144 قطر ] دائرة add. BTS 146 عفق ] عوق CD, ععو B 147 ونأخذ ] فياخذ T, فناخذ B, فناخذ S 147 فنأخذ ... جزءًا ] marg. C, om. D 147 تسعين² ] التسعين BS 148 دقيقة ] من الجدول add. CD 148 بقدر ] بعد BS 149 ونعلم ] وسعلم T 149 وقع ] بلغ D



we need, e.g. in our example we add line *AK* to line *EA*. We put the end of the compasses at point *K*. Then we also take with the compasses on the rule [a distance] in the amount of the parts of the semidiameter of the horizon circle, which in this climate is $39^p18'$. We put one of its end at point *K* and draw with it on the plate arc *LMN*; it is the horizon arc on the plate. Since we have assumed the plate [to be] for the sixth of a complete astrolabe, we also take from the table of almucantars the distance of the centre of the almucantar of 6°: we find it [to be] $28^p9'$. With the compasses we take on the rule [a distance] in the amount of that. We put one of its ends at point *E* and where [the other end] reaches on line *EA* we mark point *S*. Then with the compasses we also take on the rule [a distance] in the amount of the parts of the semidiameter of this almucantar; it is $32^p19'$. We put one of its ends at point *S* and draw with it on the plate arc *OFQ*: it is the arc of the almucantar of 6°. In this way we draw all the almucantars until we arrive at the altitude of 90°. We take the distance of 90° from the table; it is $11^p20'$. With the compasses we take on the rule [a distance] in the amount of that. We put one of the ends of the compasses at point *E* and where the other end falls on line *EK* we mark point *C*[10]: it is the place of the zenith on the plate.

---

[10] ص, here translated as "*C*", is also the *abjad* for 90 in the Eastern Arabic series.

وينبغى أن نمتحن صحة العمل بأن تتقاطع قوس الأفق وخط أفق
الفلك المستقيم ودائرة الحمل والميزان على نقطتين فى ناحيتى المشرق والمغرب
مشتركتين لها جميعاً وأن تكون المقنطرة التى يكون ارتفاعها بقدر أرض البلد
تماس أفق الفلك المستقيم على مركز الصفيحة فمتى لم يتفق ما وصفنا فقد
155 دخل العمل زلل ·

ثم نكتب على كل واحدة من المقنطرات مبلغ بعدها من الأفق فى
الجهتين جميعاً أعنى من المشرق والمغرب مما يلى حرف الصفيحة إلى أن
ننتهى بالكتاب من الجهتين إلى الدائرة التى تقع فى الصفيحة تامة فيكون
كتابنا بعد ذلك على خط نصف النهار واحداً إلى أن ننتهى بعدد التسعين إلى
160 نقطة سمت الرأس أعنى نقطة ص كهيئة ما عملنا فى مثالنا ونكتب مما يلى
الأفق الشرقى المشرق ومما يلى الغربى المغرب فإن كان عملنا لثلث
الاسطرلاب التامة أخذنا من المقنطرات بدل الستة الأجزاء ما بحيال ثلثة
أجزاء وإن كان نصفاً فجزئين وإن كانت تامة فما بحيال جزء جزء ونعمل كما
عملنا فى هذه الصورة ·

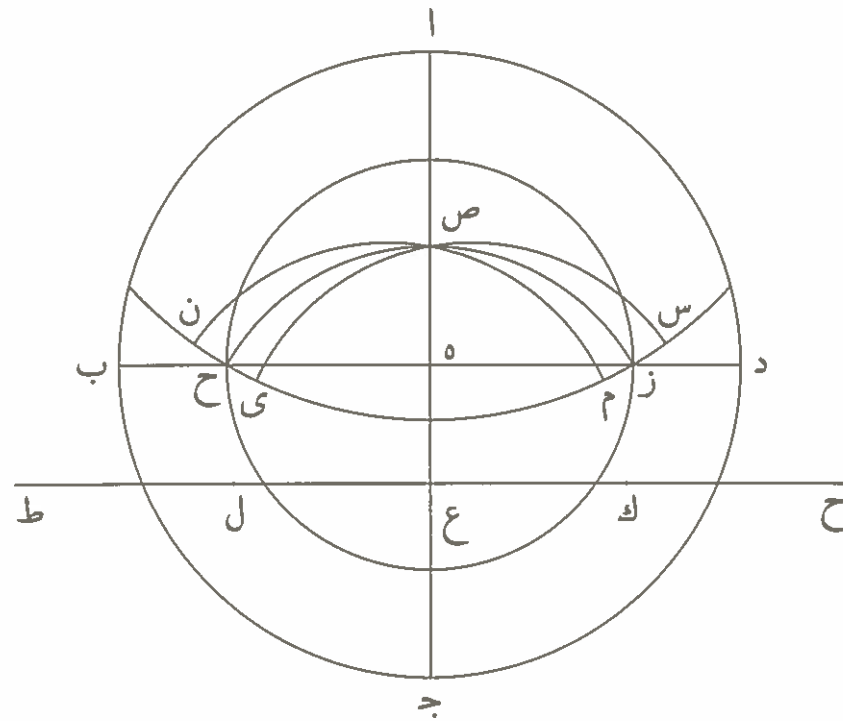
151 العمل] الصفيحة D   152 ناحيتى] ناحيتين BS   153 لها] لهما CBDS   153 التى] إلى B   153 يكون] om. BTS   154 فمتى] marg. T; ما add. CT   155 دخل] فى add. S   156 واحدة] واحد BS   156 فى] من CD   157 جميعاً] om. BS   157 مما يلى] فيما بين S   158 بالكتاب] بالكتابة S   159 واحداً] واجد B   159 بعدد] بعده B, إلى بعد S   160 الرأس] الرؤس B, الرؤس T, الرؤوس S   161 الشرق] المشرق BS   161 يلى] الأفق add. TS   161 الغربى] المغربى B   161 فإن] وان S   162 المقنطرات] مقنطرات B   162 ما] om. T

164 الصورة] تخطيط السموت add. BS



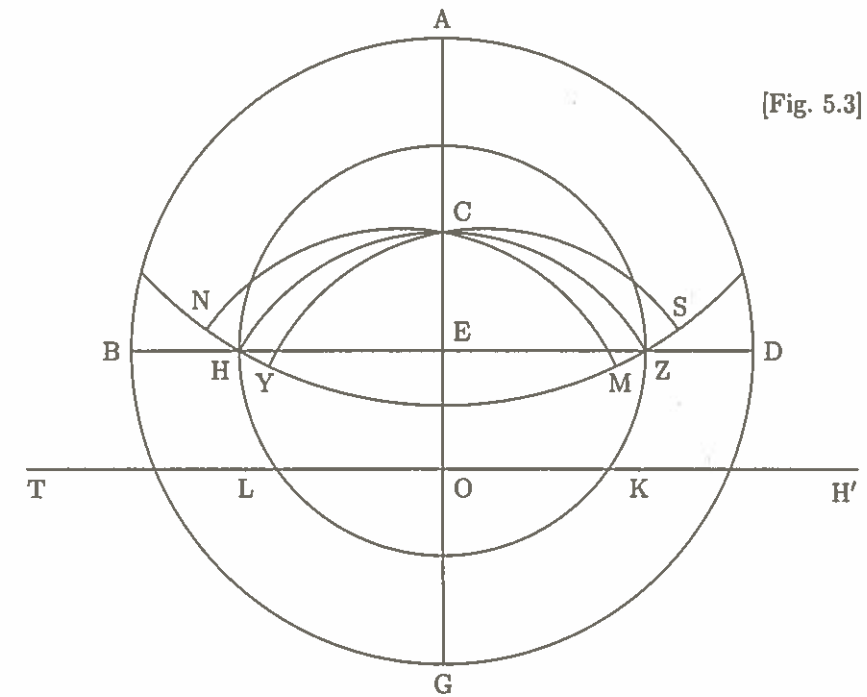
We must check the correctness of the work [by verifying] that the horizon arc, the horizon line at *sphaera recta* and the circle of Aries and Libra intersect at two points on the eastern and western sides common to all of them and [that] the almucantar whose altitude is in the amount of the latitude of the locality touches the horizon at *sphaera recta* at the centre of the plate. When what we have described does not fit together, an error has crept into the work.

Then we write on each of the almucantars the amount of its distance from the horizon on both sides, i.e. to the east and west near the edge of the plate, until we end up with writing on both sides at the circle that falls in the plate complete: after that we write [the numbers] near the meridian line [only] once until we end up with the number "90" at the zenith point, i.e. point *C*, as we do in our example. We write near the eastern horizon "East" and near the western "West". If we are working for a third of the complete astrolabe, we take of the almucantars, instead of 6°, what is opposite 3°; if it is a half-[astrolabe], 2°; and if it is a complete one, what is opposite each single degree. We proceed as we did in this figure.

165 [5] وإذا فرغنا من المقنطرات وأردنا أن نخط دوائر السموت فليكن
ما يرسم منها فى سدس الأسطرلاب التامة لعشرة أجزاء عشرة أجزاء وما جاز
سدس الأسطرلاب من المقادير إلى الأسطرلاب التامة فلكل خمسة أجزاء

خمسة أجزاء فنأخذ فى الإقليم الذى عرضه ثلثون جزءًا ما فى السطر الأول
وهو لسمت الحمل فنجده اثنين وعشرين جزءًا وإحدى وأربعين دقيقة فنأخذ
170 بقدر ذلك من المسطرة بالبركار فنضع أحد طرفيه على نقطة ص ونعلم حيث

165 وإذا ] فإذا BTS 165 أن نخط ] تخطيط BTS 165 السموت ] السمت T 166–167 سدس الأسطرلاب ... التامة ] *repet.* B 166 عشرة أجزاء ] *marg.* C, *om.* S 169 الحمل ] والميزان *add.* S 169 فنجده ] فنجد CD 170 بقدر ] بعد BS 170 ص ] المعلومة فى عمل المقنطرات *add.* S 170 ونعلم ] وسعلم T



[5] When we have finished the almucantars and we want to draw the azimuth circles, let there be what is drawn of them on a sixth of a complete astrolabe for every 10°, and what exceeds a "sixth" astrolabe of sizes until the complete astrolabe for every 5°. In the climate whose

[Fig. 5.3]

latitude is 30° we take what is in the first line; it is for the azimuth of [the first point of] Aries. We find it to be 22ᵖ41′. We take [a distance] in the amount of that on the rule with the compasses and put one of its ends at point $C$ and make a mark where

بلغ الطرف الآخر من خط ص ج نقطة ع فندير على مركز ع وببعد ع ص
قوساً لسمت الحمل والميزان تقطع أفق الفلك المستقيم وأفق الإقليم ودائرة
الحمل جميعاً على نقطتى ز ح فإن لم يقع كذلك فقد دخل العمل زلل ثم
نجيز على نقطة ع فى الصفيحة خطاً يوازى خط د ب غير مؤثر فى الصفيحة
175 عليه ح ط ونأخذ من الجدول ما يقابل عشرة أجزاء من السمت فنجده تسعة
عشر جزءًا فنأخذ بقدر ذلك من المسطرة بالبركار فنضع أحد طرفيه على نقطة
ع ونعلم حيث بلغ الطرف الآخر من خطى ع ح ع ط فى الجهتين نقطتى ك
ل ثم نطلب على خط ع ح نقطة إذا ركزنا أحد طرفى البركار عليها أمكننا
بفتحنا البركار أن نمر بالطرف الآخر على نقطتى ص ل فإذا وجدناها أثبتنا
180 أحد طرفى البركار عليها وأدرنا ببعد نقطة ص قوساً كهيئة قوس س ص ى
فقوس ح ى من قوس الأفق لسمت عشرة أجزاء من مطلع الحمل إلى ما يلى
الشمال وقوس ز س لسمت عشرة أجزاء من مغرب الحمل إلى ما يلى الجنوب
ثم نطلب أيضاً من خط ع ط نقطة إذا ركزنا أحد طرفى البركار عليها أمكننا
بفتحنا إياه أن نمر بالطرف الآخر على نقطتى ص ك فإذا وجدناها أثبتنا
185 أحد طرفى البركار عليها وأدرنا ببعد ص قوساً كهيئة قوس م ص ن فقوس ح ن
لسمت عشرة أجزاء من مطلع الحمل إلى ما يلى الجنوب وقوس ز م لسمت

171 وببعد ع ] عين سعد B 171 ع ص ] om. B, ص S 172 قوساً ] قوس B 173 يقع ] يقطع D
176 بقدر ] بعد D 175 السمت ] السموت CD 175 يقابل ] يوازى CD 174 خطاً ] خط S 174 نجيز ] نخط
177 فى ] من D 177 ع ط ] ح ط CD 177 خطى ] خط D 177 الآخر ] om. B 176 فنضع ] فنقع BS
180 ببعد ] ببعده B 179 نقطتى ] نقطة B 179 بفتحنا ] بفتح C 178 ركزنا ] اركزنا CD 178 ع ح ] ع ج
181 قوس ] om. S 180 س ص ى ] س ص C, شصى T 180 كهيئة ] ما عملنا add. S; من add. BS
183-185 أمكننا ... عليها ] marg. T 183 ع ط ] عظ T 182 الجنوب ] الحوت B 182 ز س ] زش T
185 ح ن ] حر B, ح ر S 185 فقوس ] قوس B 185 م ص ن ] مص B, م ص ر S 184 بفتحنا ] نقصنا T
186 مطلع ] مطالع T



the other end reaches on line $CG$, point $O$. About centre $O$ and with distance $OC$ we draw an arc for the azimuth of Aries and Libra, cutting the horizon of the *sphaera recta* and the horizon of the climate and the circle of Aries, all of them, at points $Z$ $H$. If it does not fall out like that, an error has crept into the work. Then on the plate we pass through point $O$ a line parallel to line $DB$, not incised on the plate, on which are $H'$ $T$[11]. From the table we take what is opposite 10° of azimuth; we find 19$^p$. In that amount we take [a distance] with the compasses on the rule; we put one of its ends at point $O$ and where the other end reaches on lines $OH'$ $OT$ on both sides we mark points $K$ $L$. Then on line $OH'$ we seek a point [such that], when we fix one of the ends of the compasses on it, we can by opening the compasses pass with the other end through points $C$ $L$. When we have found it, we fix one of the ends of the compasses on it and with the distance of point $C$ we draw an arc, arc $SCY$: arc $HY$ on the horizon arc [stands] for the azimuth of 10° from the rising point of Aries towards the north and arc $ZS$ stands for the arc of 10° from the setting point of Aries towards the south. Then we also seek on line $OT$ a point [such that], when we fix one of the points of the compasses on it, then, opening it, we can pass with its other end points $C$ $K$. When we have found it, we fix one of the ends of the compasses on it and with distance of $C$ draw an arc, arc $MCN$: arc $HN$ [stands] for the azimuth of 10° from the rising point of Aries towards the south and arc $ZM$ for the azimuth of

[11] The letter $H$ is given a dash to distinguish it from the $H$ already used.

عشرة أجزاء من مغرب الحمل إلى ما يلى الشمال ثم نأخذ أيضاً من الجدول
ما بحيال عشرين جزءًا ونعمل به كما عملنا فى هذه الدوائر ونعمل كذلك
لجميع دوائر السموت فإذا انتهينا إلى الدوائر التى تقرب من خط نصف النهار
190 واحتجنا إلى الزيادة فى خط حط فى الجهتين جميعاً أخرجناه على استقامة
إلى غير نهاية وطلبنا عليه مواضع المراكز كما عملنا وليكن تخطيطنا لقسى
السمت على تلك المراكز جميعاً ببعد نقطة ص من غير أن نجوز بالقسى على
الدائرة الصغيرة التى تلى نقطة ص من دوائر المقنطرات لكى لا تكتز الخطوط
هنالك فيفسد الموضع وأيضاً فإن الخطوط هناك تتضايق ولا يحتاج إليها ثم
195 نكتب على كل قوس من قسى السمت مبلغ بعدها من خط نصف النهار فى
قوس الأفق ونبتدئ بالعدد من خط نصف النهار مما يلى الجنوب فى الجهتين
جميعاً إلى أن ننتهى بكل واحد من عدد المائة والثمانين الجزء فى الجهتين إلى
خط نصف النهار مما يلى الشمال ·

[6] ونصف بعد ذلك كيف تخطيط الساعات المعوجة والمستوية فإذا
200 أردنا تخطيط الساعات المعوجة فإنا نقسم قوس لجن من دائرة الجدى
والقوسين النظيرتين لها من مدار الحمل والسرطان تحت الأرض كل واحدة
باثنى عشر قسماً متساوية ثم نطلب موضعاً إذا ركزنا أحد طرفى البركار عليه

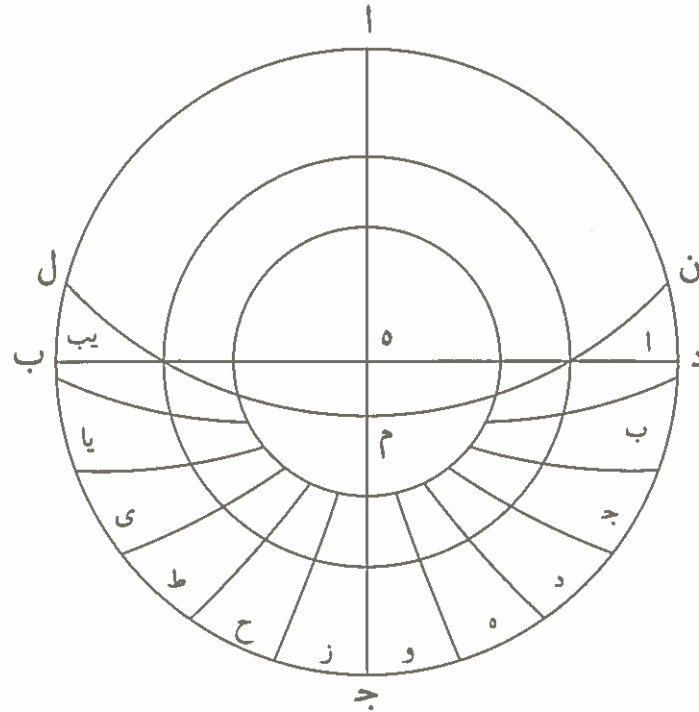
---

*187* من الجدول ] *om.* S  *188* به ] *om.* B  *188* عملنا ] علمنا D  *188* الدوائر ] الربع ير D
*189* الجميع ] بجميع CD  *189* السموت ] السمت CD  *190* واحتجنا ] احتجنا BS  *190* جميعاً ] *om.* BTS  *190* أخرجناه ] أخرجنا T  *192* على ] عن BS  *193* تكتز ] تكثر C, بكب B, يكثر TS, نكثر D
*194* هناك ] هنالك BS  *195* كل ] *om.* B  *197* إلى[1] ] *infra* T  *197* عدد ] العدد B, العد S  *198* الشمال ] وهذه صورته *add.* TS  *199* ونصف بعد ذلك كيف ] *om.* BS  *199* فإذا ] إذا CD  *200* لجن ] *om.* B, لحر *supra* B, بحر S  *201* النظيرتين ] النظيرين T  *201* واحدة ] واحد T



10° from the setting point of Aries towards the north. Then in the table we also take what is opposite 20° and with it we do as we did with these circles. We do the same for all the azimuth circles. When we end up at the circles that are near the meridian line and we need more [an addition] in line $H'T$ on both sides, we extend it in a straight line infinitely. On it we seek the positions of the centres as we have done. Our drawing of the azimuth arcs about all those centres should be in the distance of point $C$ without our passing with the arcs through the small circle from [among] the almucantar circles that is near point $C$, so that the lines do not become too dense there and the place become confused. Also, the lines there become very close to each other and are not needed. Then we write on each of the azimuth arcs the amount of its distance from the meridian line on the horizon arc. We begin the counting at the meridian line towards the south in both directions until we reach with the countings of 180° each in both directions at the meridian line towards the north.

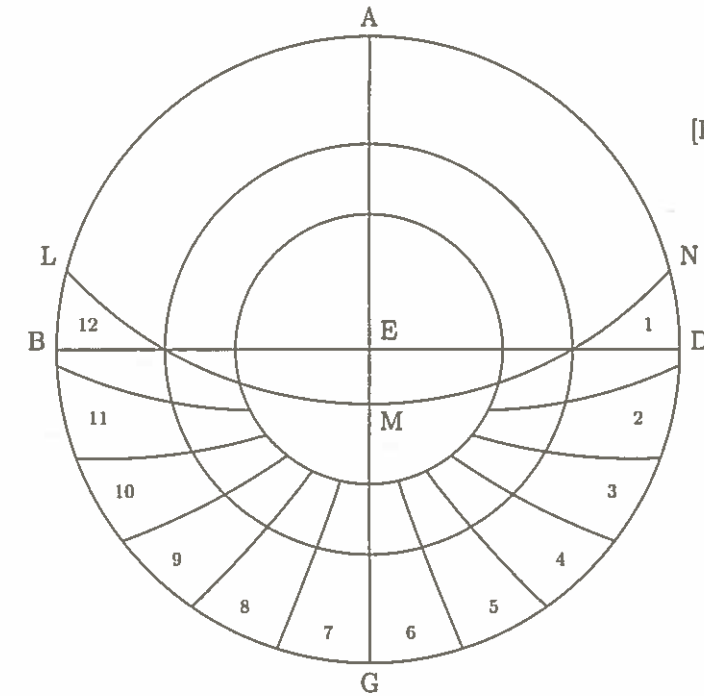
[6] After that we shall describe how to draw the unequal [*mu'waj-ja*] and the equal [*mustawiya*] hours. When we want to draw the unequal hours, we divide arc $LGN$ of the circle of Capricorn and the two arcs corresponding to it on the course of Aries and Cancer below the Earth, each of them into twelve equal parts. Then we seek a place [such that], when we fix one of the ends of the compasses on it,

أمكننا بفتحنا إياه أن نمر بالطرف الآخر على الثلثة الأقسام الأوائل من
الدوائر مما يلى المغرب فإذا وجدنا ذلك الموضع أدرنا عليه قوساً تجوز على

الثلث النقط فيما بين مدار الجدى والسرطان ثم نعمل كذلك بسائر الأقسام 205
حتى نصل بين كل نقطة من نقط أقسام قوس الجدى ونظيرتيها من قوسى
الحمل والسرطان فإذا فرغنا من ذلك كتبنا على القوس الأولى مما يلى المغرب
ساعة وعلى التى تليها ساعتين ثم نكتب كذلك على ما يتلو إلى أن ننتهى

203 بفتحنا ] بفتحه CD   204 قوساً ] *in corr. ex* قوس S   205 فيما ] مما CD   205 بسائر ] سائر B   206 نقط ] نقاط S   206 قوس ] *om.* CD   206 قوسى ] قوس BS   208 ساعة ] واحدة *add.* S   208 ثم نكتب ] ونكتب CD   208 أن ننتهى بعدد ] انتهاء عدد B



we can by opening it pass with the other end at the three first divisions of the circles near the west. When we have found this place, we draw about it an arc passing through the three points between the course[s]

[Fig. 5.4]

of Capricorn and Cancer. Then we do the same with the other divisions until we join between each of the points of the divisions of the arc of Capricorn and their counterparts on the arcs of Aries and Cancer. When we have done that, we write on the first arc near the west point "one hour" and on the next following "two hours"; then we write in the same way further on until we end up

بعدد الاثنتى عشرة ساعة إلى قوس الأفق مما يلى المشرق كهيئة ما عملنا فى
هذه الصورة ۰ 210

[7] فإذا أردنا تخطيط الساعات المستوية فإنا نعيد مثال الصفيحة فى
صورة أخرى ونعيد مدارات السرطان والحمل والجدى ودائرة الأفق وخطوط
الساعات المعوجة ثم نقسم قوس لجن التى من مدار الجدى بعدد ساعات
نهار السرطان وهى فى هذا الإقليم المفروض بالتقريب أربع عشرة ساعة
215 ونقسم قوس كسع التى من مدار السرطان بعدد ساعات الجدى وهى عشر
ساعات وتكون أقسام قوس حطى كهيئتها اثنى عشر قسماً لأن عدد ساعات
الحمل المعوجة مثل المستوية ثم نبتدئ من ناحية المغرب بالثلثة الأقسام
الأوائل فنخط عليها قوساً على جهة ما بينا فى قسى الساعات المعوجة كهيئة
قوس فص ثم على الثلث النقط التى تليها حتى ننتهى بالساعة العاشرة إلى
220 النقطة التى تتقاطع عليها قوس الأفق ومدار السرطان وهى نقطة ك فإذا
فعلنا ذلك ألزمنا صفيحة العنكبوت صفيحة المقنطرات واستخرجنا منها الجزء
الذى تكون ساعات ليله المستوية احدى عشرة ساعة فى الإقليم وأدرنا تلك
الدرجة حتى نضعها على قوس الأفق مما يلى المشرق فتقع فيما بين نقطتى

---

209 ساعة] الساعة T, om. S  210 الصورة] وبالله التوفيق add. BS  211 فإذا] فان BD  212 مدارات] مدار CD  213 لجن] لحر B, لجز S  213 التى] om. CD  214 بالتقريب] tr. BTS  215 التى من] التى هى T, الذى هو CD  215 وهى] وهو CD  216 وتكون] من add. B  216 حطى] حط S  217-218 ثم ... الأوائل] om. D  218 الأوائل] الأولى T  218 على] illeg. B  218 فى] من CD  219 قوس] om. D  220 السرطان] seq. ras. D  221 المقنطرات] الأسطرلاب S  221 منها] منه S  222 ساعة] om. BS

---

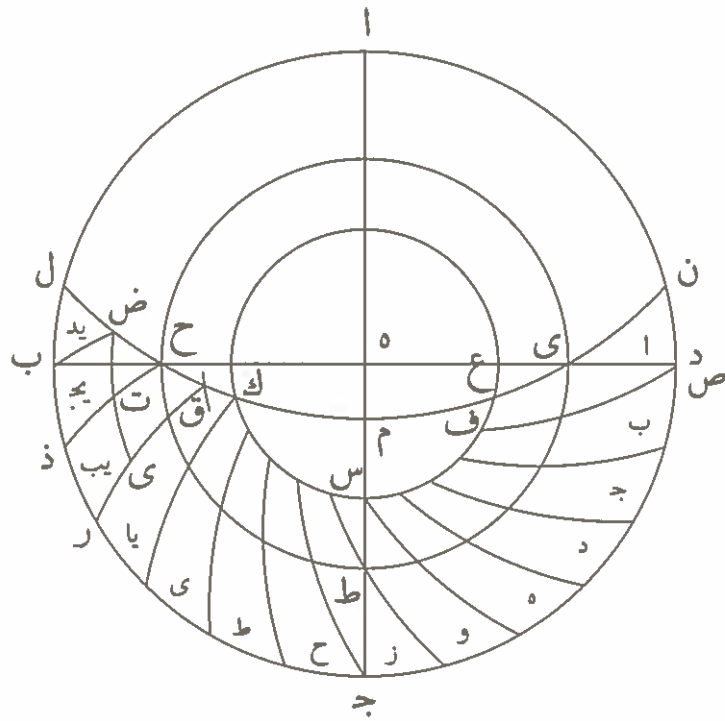
210 الصورة] *in C sunt duae figurae, quarum prima appellata* تخطيط المقنطرات والسمت, *altera (etiam in D)* تخطيط الساعات المعوجة فى كل الصفائح
211 *ante* فإذا] الساعات المستوية *add.* BS



with the number of twelve hours at the horizon arc near the east point, as we do in the following diagram.

[7] When we want to draw the equal hours, we draw the same plate again. We draw again the courses of Cancer, Aries and Capricorn, the horizon circle and the lines of the unequal hours. Then we divide arc *LGN*, on the course of Capricorn, by the number of the hours of the day hours of Cancer, which are in this given climate approximately fourteen hours. We divide arc *KSO*, which belongs to the course of Cancer, by the number of hours of Capricorn, which are ten. The divisions of arc *HTY* are similar to them, twelve divisions, because the number of the unequal hours of Aries is as the equal [hours]. Then we begin from the western side with the three first divisions: we draw on them an arc, just as we showed in the arcs of the unequal hours, like arc *FC*; then on the three points that are near them, [i.e. the next three divisions,] until we end up at the tenth hour at the point on which the horizon arc intersects the course of Cancer, which is point *K*. When we have done that, we fit the rete plate onto the almucantar plate. From it we obtain the degree whose equal night hours are eleven hours in the climate. We rotate that degree until we place it on the horizon arc near the east: it falls between points

كَ حَ على نقطة قَ فندير على نقطة قَ والنقطتين النظيرتين لها من دائرتى

الحمل والجدى قوساً كهيئة قوس قَرَ فتكون هذه القوس لإحدى عشرة 225

ساعة ثم نستخرج أيضاً بالعنكبوت الجزء الذى ساعات ليله ثلث عشرة ساعة

وندير تلك الدرجة حتى نضعها على قوس الأفق مما يلى المشرق فتقع فيما

بين نقطتى حَ لَ على نقطة ضَ فندير على مركز هَ وببعد نقطة ضَ قوس

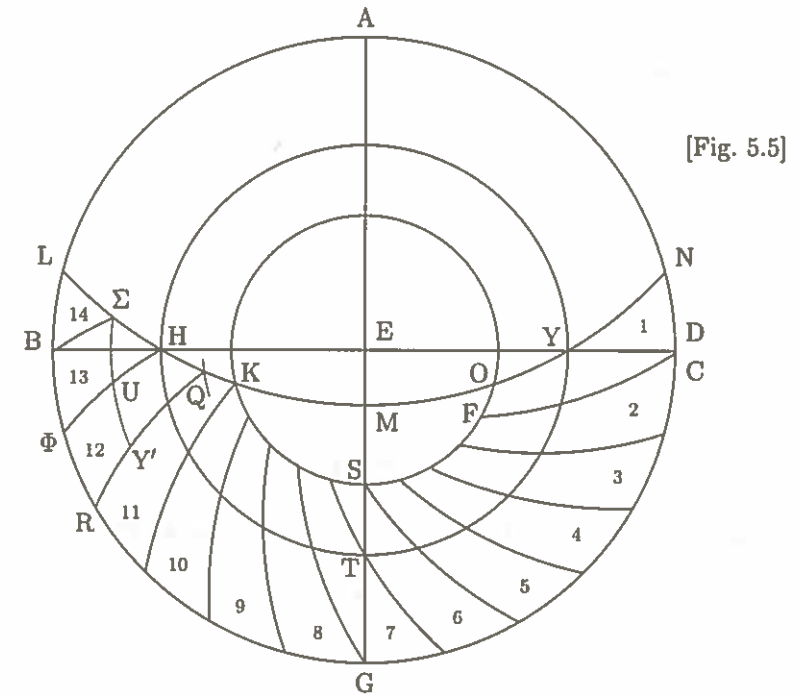
ضَى غير مؤثرة فى الصفيحة ثم نقسمها بنصفين على نقطة تَ وندير على

نقطتى حَ تَ والنقطة النظيرة لهما من قوس لَجنَ قوس حَتَذَ فتكون 230

224 والنقطتين ] النقطتين CD 224 النظيرتين لها ] om. BS 225 قَرَ ] قَنَ B, مَنَ S 225 القوس ] om. BS 226 الذى ] in corr. D 228 نقطتى ] صَلَ add. B 228 هَ ] lac. D 228 نقطة² ] نقط C 230 لهما ] لها T 230 لَجنَ ] لَحَرَ S 230 حَتَذَ ] حَبَدَ CBD, حَتَدَ S



*K H*, at point *Q*. Through point *Q* and the two points corresponding to it on the circles of Aries and Capricorn we draw an arc, say arc *QR*: this arc stands for eleven hours. Then we also obtain with the rete the

[Fig. 5.5]

degree whose night hours are 13 hours. We rotate that degree until we place it on the horizon arc near the east: it falls at point $\Sigma$[12] between points *H L*. About centre *E* and with the distance of point $\Sigma$ we draw arc $\Sigma Y'$[13], not incised, on the plate. Then we bisect it at point *U*. Then through points *H U* and the point corresponding to them on arc *LGN* we draw arc $HU\emptyset$[14]: it stands

[12] In this pasage ص ($C$) appears for this letter throughout in all manuscripts (though P may have ض once in the combination ضى – the film available to me is not clear), but because ص has already been used in the diagram, ض ($\Sigma$) has been assumed as intended.

[13] Here the single dash on the letter $Y$ is used to distinguish this $Y$ from the one already used in the diagram.

[14] $\emptyset$, i.e. ذ, appears only, possibly, in MS T. All the other manuscripts have د ($D$). $\emptyset$ is here preferred since $D$ has already been used and al-Farghānī has already used letters from the end of the alphabet (e.g. ث ($U$)).

لاثنتى عشرة ساعة ثم نخط أيضاً على نقطة ض والنقطة الباقية من مدار
الجدى قوساً كمثل ما عملنا فتكون لثلث عشرة ساعة وتكون نقطة ل لتمام
الأربع عشرة ساعة وكذلك إن كانت الساعات أكثر من أربع عشرة إلى ما
بلغت عملنا بها كمثل ما عملنا حتى نخط جميع الساعات الصحيحة مما يلى
235 المغرب ويبقى كسر إن كان فيها مما يلى المشرق ونكتب عليها العدد مما يلى
المغرب حتى ننتهى بآخر الأعداد إلى الأفق الشرقى كهيئة ما عملنا فى
هذه الصورة ·

[8] عمل الظل

ونصف بعد ذلك كيف نرسم الظل فى الأسطرلاب ونكتفى بأن نرسم فيه ما
240 بين ظل ارتفاع خمسة عشر جزءًا إلى تسعين جزءًا فأما ظل ما دون الخمسة
عشر الجزء من الارتفاع فإنه تكثر وتتضايق فيه الخطوط فنجعل ذلك فى
مثال دائرة ا ب جـ د ونتوهمها دائرة ظهر الأسطرلاب ونخرج قطريها يتقاطعان
على زاوية قائمة على نقطة ه ونجعل نقطة ه مسامتة لنقطة القطب فى
باطن الأسطرلاب لكى لا يكون فى ذلك زلل ونديرفى دائرة ا ب جـ د دائرتين
245 أخريين كهيئة ما عملنا فى فلك البروج لأقسام الخمسات وأقسام الآحاد
ونجعل موضع العلاقة نقطة ا ونقسم قوس ا ب بتسعين جزءًا متساوية

231 الباقية ] الثانية BS 232 كمثل ما ] كما B 232 عملنا ] *illeg.* B 232 ل لتمام ] التمام T 233 عشرة[2] ] ساعة بأجزاء *add.* T 235 المغرب ] الغرب S 235 فيها ] فيهما T 235 مما يلى المغرب ] *om.* T 236 بآخر ] بأجزاء T 237 هذه ] *om.* CD 237 الصورة ] تخطيط الساعات المستوية *add.* CD 238 عمل الظل ] *om.* T 239 فيه ] منه B 240 ظل[1] ] كل B, *om.* D 240 جزءًا[2] ] *om.* BS 240 ظل[2] ] كل B, *om.* D 240 ما ] *om.* CD 241 ذلك ] *repet.* B 242 مثال ] *om.* T 242 ا ب جـ د ] ابجـ B 242 ونخرج ] *om.* BS 243 زاوية ] زوايا S 245 أخريين ] أخرايين CD 245 لأقسام ] *illeg.* B, *om.* D 246 ا ] *illeg.* B



for 12 hours. Then through point $\Sigma$ and the remaining [division-]point of the course of Capricorn we also draw an arc, as we did [before]: it will stand for 13 hours. Point $L$ stands for the completion of 14 hours. Similarly if the hours are more than 14, to whatever they reach, we do with them just as we did [before], i.e. we draw all the full [*ṣaḥīḥa*] hours on the western side; there remains a fraction, if it is in them, on the eastern side. We write on them the number[s] near the west until we end up with the last of the numbers at the eastern horizon, as we have done in this figure.

[8] The construction of the shadow

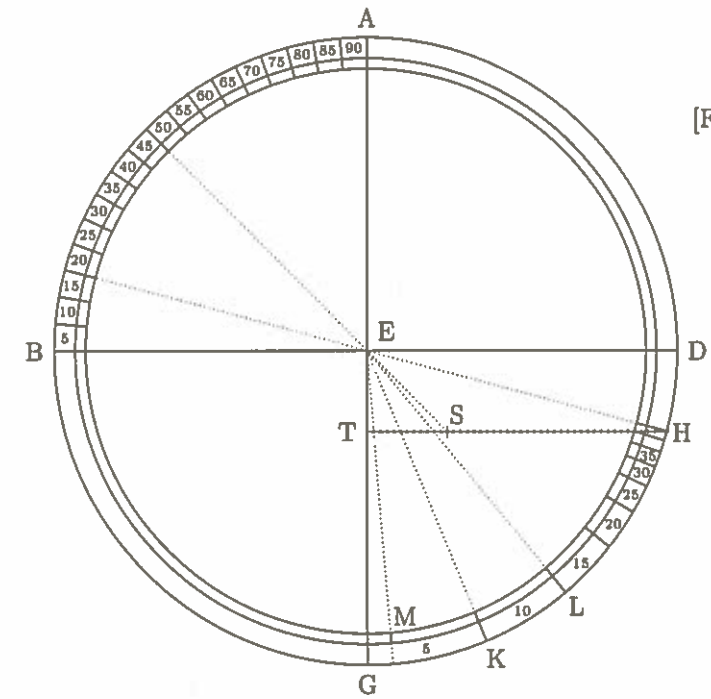
After that we shall describe how we draw the shadow on the astrolabe. We restrict ourselves to drawing in it what is between the shadow of the altitude of 15° to 90°. As for the shadow of what is less than 15° of altitude, the lines become more numerous and closer to each other. We put that in the example of circle $ABGD$ and we imagine it as the circle of the back of the astrolabe. We draw its two diameters intersecting at a right angle at point $E$. We make point $E$ correspond to the point of the pole in the *mater* [*bāṭin*] of the astrolabe, so that no error occurs in that. In circle $ABGD$ we draw two other circles, just as we did in the zodiac for the divisions of the fives and the divisions of the ones. We make the place of the suspension point $A$. We divide arc $AB$ into 90 equal degrees

ونكتب عليها العدد من نقطة ب إلى ما يتلو نحو نقطة آ فإذا أحكمنا ذلك
وضعنا المسطرة على ارتفاع خمسة عشر جزءًا ونعلم حيث تقع المسطرة من

قوس جد نقطة ح ونخرج من نقطة ح خطاً يوازى خط ده غير مؤثر فى
الصفيحة عليه ح ط ونضع المسطرة على نقطة ه وعلى ارتفاع خمسة 250
وأربعين جزءًا ونعلم حيث قطعت المسطرة خط حط نقطة س فخط سط
مساوٍ لخط طه فإن لم يكن كذلك ففى العمل زلل ثم نقسم خط سط باثنى
عشر قسماً متساوية ونقسم باقى خط سح بمثل أقسام سط فتكون جملة

247 ب] ت B   247 يتلو] سوى B   248 تقع] نقطع CBTDKP, قطع S, يقع L   249 قوس] موه B
249 نقطة] موضع CBDS   249 خط] *om.* T   250 عليه] على BS



and write on them the numbers from point *B* successively towards point *A*. When we have done that correctly, we put the rule at the altitude of 15° and where the rule falls on arc *GD*

[Fig. 5.6]

we mark point *H*. From point *H* we draw a line parallel to line *DE*, not incised, on the plate – on it are *H T*. We place the rule on point *E* and on altitude 45° and where the rule cuts line *HT* we mark point *S*: line *ST* is equal to line *TE*. If it were not so, there would be a fault in the work. Then we divide line *ST* into 12 equal parts [*qism*] and divide the rest of line *SH* into parts the same [size as the parts of] *ST*; so the total of

أقسام خط ح ط قريباً من خمسة وأربعين جزءًا ثم نضع المسطرة على نقطة ه

255 وعلى خمسة أجزاء من خط ط ح مما يلي نقطة ط ونعلم حيث تقطع

المسطرة الدائرة العظمى نقطة ك ثم نضع المسطرة أيضاً على نقطة ه وعلى

عشرة أجزاء من خط ح ط ونعلم حيث تقطع المسطرة الدائرة العظمى نقطة

ل ثم نفعل كذلك بالخمسات من العدد كلها فتقع لنا على قوس جح تسعة

أقسام فنرسم عليها العدد من نقطة ج إلى ما يتلو نحو نقطة ح ثم نضع

260 المسطرة أيضاً على نقطة ه وعلى جزء واحد مما يلي نقطة ط ونعلم حيث

تقطع المسطرة الدائرة الصغرى نقطة م ثم نعمل كذلك بسائر الأقسام للآحاد

قسماً قسماً حتى نأتي على جميع الأجزاء ·

[9] عمل ظل العود

ونصف لتمام العمل كيف نرسم في الأسطرلاب الخط الذي به يعرف الوقت

265 الذي يزيد فيه ظل العود على مقدار ظله نصف النهار بمثل طول العود

وذلك سهل لما عملنا من الظل فنخط في مثال الأسطرلاب فيما بين خطي

الساعة الثامنة والساعة العاشرة من الساعات المعوجة قسياً من مدارات

255 ط ] ه B 256–258 ك ... ل ] marg. T 258 كذلك ] ذلك C, om. D 258 بالخمسات ] بالحساب B 258–259 تسعة ... ج ] marg. D 259 أقسام ] اجزا B 259 نحو ] من CD 259 نضع ] illeg. B 260 المسطرة أيضاً ] tr. B 261 تقطع ] نقطة add. CD 261 م ] ح BS, ه T 261 بسائر ] سائر BS 261 للآحاد ] الآحاد BS 262 على ] om. T 262 جميع ] الجميع من S 263 عمل ظل العود ] om. T 264 ونصف لتمام العود ] om. S 264 لتمام ] اتمام D 265 ظله ] في add. S 265 بمثل ] مثل CBD, ومثل T 266 سهل ] شهل B 266 لما ] بما T 266 بين ] يلي D

262 الأجزاء ] وهذا add. T, كما بينا في هذه الصورة إن شاء الله عز وجل وهذه الصورة وبالله التوفيق add. B, صورة ذلك وبالله التوفيق add. S

263 العود ] في نصف النهار والعصر add. S

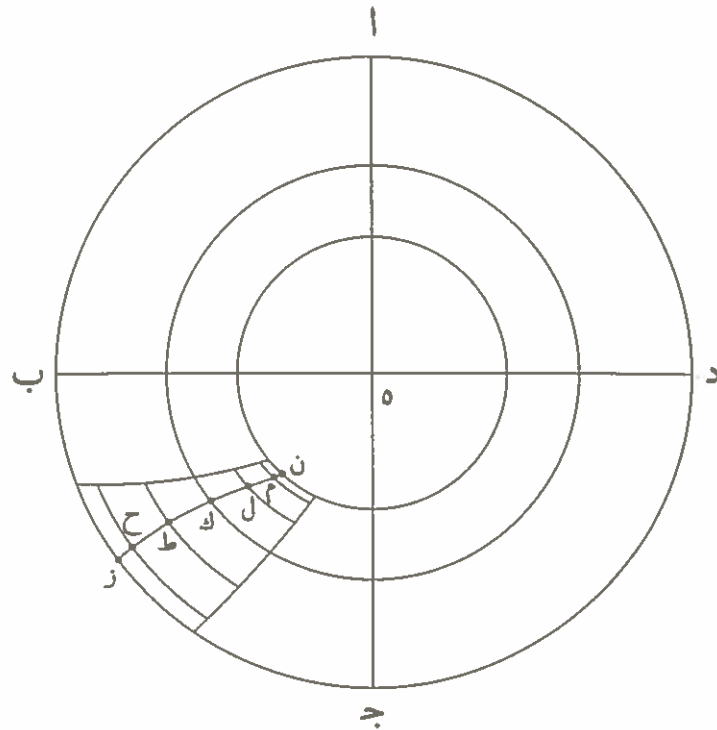


the parts of line *HT* is near to 45 parts. Then we put the rule on point *E* and at 5 parts [*juz'*] of line *TH* near point *T*, and where the rule cuts the greatest circle we mark point *K*. Then we put the rule also on point *E* and on 10 parts of line *HT* and where the rule cuts the great circle we mark point *L*. Then we do the same with all the fives of the total number[s]: on arc *GH* there fall for us 9 divisions [*qism*]. We write on them the numbering from point *G* successively towards point *H*. When we put the rule again on point *E* and on 1$^p$, near point *T*, and where the rule cuts the smallest circle we mark point *M*. Then we do the same with the remaining divisions of the units, division by division, until we have completed all the degrees.

[9] Construction of the shadow of the gnomon [*al-'ūd*][15]

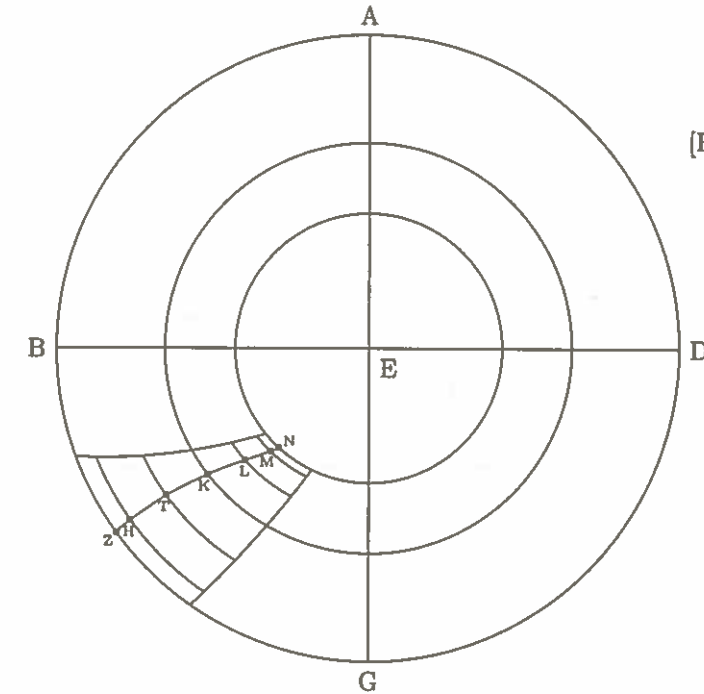
To complete the work, we describe how we draw in the astrolabe the line by which is determined the time at which the shadow of the gnomon exceeds the quantity of its shadow at midday by the equal of the length of the gnomon; and that is easy because of what we have constructed of the shadow. In the model [*mithāl*] of the astrolabe, between the lines of the eighth hour and the tenth hour of the unequal hours we draw arcs of the courses of

[15] "at midday and afternoon [*al-'aṣr*] *add.* S.

رؤوس البروج غير مؤثرة فى الصفيحة كهيئة ما رسمنا فى هذه الصورة
ونأخذ ارتفاع نصف نهار السرطان فى هذا الإقليم المفروض فنجده ثلثة

وثمانين جزءًا ونصف جزء بالتقريب ونجد ظل ذلك الارتفاع جزءًا وثلث جزء 270
فنزيد عليه مثل طول العود وهو اثنا عشر جزءًا فيبلغ ثلثة عشر جزءًا وثلث
جزء فنحولها من الظل إلى الارتفاع فيخرج لنا اثنان وأربعون جزءًا فنضع
رأس السرطان فى فلك البروج على ارتفاع اثنين وأربعين جزءًا فى صفيحة

268 مؤثرة ] مؤثر BS 268 كهيئة ] *marg.* B 269 نصف نهار ] أول جزء من S 269 نهار ] النهار T
270 ونصف جزء ] وثلث وربع CD 270 الارتفاع ] *om.* BTS 271 طول ] ظل CD 271 جزءًا[2] ] *illeg.* B
272 من ] فى CD 272 إلى ] *om.* S 272 فنضع ] *in corr.* S 273 فى[1] ] من BS



the beginnings of the signs, not incised, in the plate, as drawn in this figure. We take the midday altitude of Cancer in this given climate:

[Fig. 5.7]

we find it 83 and a half degrees approximately. We find the shadow of that altitude to be a part and a third. We add to it the equal of the length of the gnomon, which is 12 parts. So it reaches 13 and a third parts. We transform them from shadow to altitude: there emerges for us 42°. We put the beginning of Cancer, in the zodiac, at the altitude of 42° on the almucantar

المقنطرات مما يلى المغرب ونعلم حيث وقع رأس الجدى <من> مدار الجدى
275 نقطة زَ ثم نستخرج أيضاً ظل نصف نهار أول الأسد ونعمل به كما عملنا
بأول السرطان حتى نعرف ارتفاع الشمس فى ذلك الوقت مما يلى المغرب
فنضع أول الأسد على مثل ذلك الارتفاع وننظر إلى نظير الجزء وهو أول
الدلو أين وقع من مدار أول الدلو فنعلم هناك نقطة حَ ثم نعمل كذلك
بسائر رؤوس البروج حتى نستخرج جميع العلامات كهيئة ما استخرجنا فى
280 هذه الصورة نقط زَ حَ طَ كَ لَ مَ نَ ثم نصل بينها جميعاً بقسى متشابهة
بالتقريب فيكون نظير درجة الشمس متى وقع على هذا الخط فهو الوقت
الذى يزيد فيه الظل اثنى عشر إصبعاً على ظل نصف النهار .

[10] فأما الوقت الذى يحدّ به ابتداء ضياء الفجر وانقضاء ضياء
الشفق اللذين يكونان من عكس كرة الأرض لضوء الشمس فليس مما يحتاج
285 إلى رسمه إذ كان وقتاً واحداً فى جميع الأقاليم وفى كل أوقات السنة وقد
يمكن أن تتغير أوقاته بتغير الهواء وبزيادة ضوء القمر ونقصانه فى ذلك
الوقت فأما على الاعتدال بالتقريب فإنه يكون إذا كان بعد ما بين الشمس
ودائرة الأفق سبعة عشر جزءًا من الدائرة العظيمة المخطوطة على الشمس

274 وقع ] قطع CBDSLKP, يقطع T   274 الجدى ] *om.* CD   275 أول ] *om.* CD, الأول BT, لأول S   277 ذلك ] من *add.* BTS   278 أين ... الدلو ] *om.* KP   278 وقع ] قطع MSS   278 هناك ] هنالك B, هنالك *corr. ex* ذلك S   279 بسائر ] سائر BS   280 هذه ] *om.* B   280 نقط ] نقطه B   280 بينها ] L: بينهما CBTDSKP   282 ظل ] *om.* BS   282 النهار ] وهذه صورة ذلك *add.* CD; وقت الفجر *add.* B   283 يحدّ ] بحد T, نجد BS   283 به ] فيه BS   284 الشفق اللذين يكونان ] السمس الذى نكون B, الشمس الذى نطول S, يلون *marg.* S   284 عكس ] عسكر CD   284 كرة ] الفلك *add. et del.* C   284–285 فليس مما يحتاج إلى ] فالطريق فى S   285 إذ ] إذا B   285 وقتاً ] مقداره T   285–286 وقد يمكن ] من غير S   286 بتغير ] بتغير S   286 القمر ] الشهر B, الشمس S   287 إذا ] اد T   288 ودائرة ] دائرة B   288 المخطوطة ] المحروطه B



plate near the west. Where the beginning of Capricorn falls on the course of Capricorn we mark point *Z*. Then we also obtain the midday shadow of the beginning of Leo; we proceed with it as we proceeded with the beginning of Cancer, in order to determine the altitude of the Sun at that time towards the west. We put the beginning of Leo on the equal of that altitude; we look at where the opposite of the degree, which is the beginning of Aquarius, falls on the course of the beginning of Aquarius: there we mark point *H*. Then we do similarly with the beginnings of the other signs until we have obtained all the marks [i.e. points], as in this figure points *Z H T K L M N*. Then we join them together with approximately similar arcs. When, therefore, the opposite of the degree of the Sun falls on this line, it is the time at which the shadow exceeds the midday shadow by twelve digits [*iṣba*ʿ].

[10] As for the time at which the beginning of the light of dawn and the ending of the light of dusk are fixed, which are from the reflex by the Earth's sphere of the light of the Sun, it is not necessary to draw it, since it is the same time in all climates and at all times of the year. Its times may change with the change of atmosphere and with the increase or decrease of the light of the Moon at that time. As for [the situation] approximately at the equinox, it occurs when the distance between the Sun and the horizon circle is 17° on the great circle drawn through the Sun

وعلى نقطة سمت الرؤوس ومن بعد فراغنا مما وصفنا نعمل عضادة
الأسطلاب واللبنتين والقطب والفرس على ما لم تزل تعمل عليه ·  290

## النوع السادس
### فى صفة تخطيط الأسطرلاب الجنوبية

أما ما عمل عليه الأولون من هيئة الأسطرلاب على جهة القطب الشمالى
للعلة التى قدمناها فهو ما قد وصفنا وقد يجب لتمام العمل بما قدمنا من
العلة أن نصف كيف نعمل الأسطراب على جهة القطب الجنوبى ·  5

فلنصف أولاً بصفة جامعة فرق ما بين الجهتين وذلك مما لا يحتاج فى
تبيينه إلى كثير من القول فمن ذلك أن فلك البروج يتشكل فى الأسطرلاب
الجنوبية كهيئته فى الأسطرلاب الشمالية أعنى فى بعد مركزه ومقدار قطره
وأجزاء قسمته إلا أن موضع كل برج فى الأسطرلاب الجنوبية يقع بموقع
نظيره فى الشمالية فيقع النصف الشمالى فى مكان الجنوبى والجنوبى فى مكان  10
الشمالى لأن نسبة ميل كل جزء من أجزاء نصف فلك البروج الشمالى إلى
بعده من القطب الشمالى كنسبة ميل نظيره من أجزاء نصف فلك البروج
الجنوبى إلى بعده من القطب الجنوبى ·

---

289 الرؤوس ] الراس BS  290 واللبنتين ] والسن C, lac. D  290 والفرس ] om. BTS  290 عليه ] قبل CD من قبل B; إن شاء الله عز وجل add. B, إن شاء الله العزيز add. T, والله أعلم add. S  2 صفة ] om. CD  2 الجنوبية ] على جهة القطب الجنوبى T  3 عليه ] om. BTS  4 فهو ] على add. D  4 ما قد ] قدر ما S  4 وقد ] ولا BS, ولأنه T  7 تبيينه ] شنه T  7 كثير ] أكثر CTD  8 أعنى ] يعنى BS  8 فى[2] ] om. S  10 فى[1] مكان ] بمكان CTD  10 فى[2] مكان ] بمكان CTD  11 نسبة ] نسبته B  11 ميل ] supra T  12 من ] ومن B



and through the zenith point. After we have finished what we have described we make the alidade of the astrolabe, the two sights [*libnatān*], the pin [*quṭb*] and the "horse" as they have always been made.

## *Chapter 6*
### *On how to delineate the southern astrolabe*

As for how the Ancients made the astrolabe with respect to the north pole according to the argument that we have given, it is what we have already described. It may be necessary, for the completion of the work with the argument that we have presented, to describe how to make the astrolabe with respect to the south pole.

Let us first describe in a comprehensive way the distinction between the two types; that is what does not need many words in its explanation. To that belongs that the zodiac is formed in the southern astrolabe like that in the northern astrolabe – i.e. in the distance of its centre, the size of its diameter and the degrees of its division – except that the place of each sign in the southern falls at the place of its opposite in the northern; so the northern half takes the place of the southern and the southern takes the place of the northern, because the ratio of the declination of each of the degrees of the northern half of the zodiac to its distance from the north pole is as the ratio of the declination of its opposite from [among] the degrees of the southern half of the zodiac to its distance from the south pole.

وأما الكواكب الثابتة فإن الأجزاء التى تمر معها فى خط وسط السماء
واحدة فى الجهتين جميعاً وأما أنصاف أقطار مداراتها فمختلفة فتستعمل فى 15
الأسطرلاب الجنوبية أبعادها من القطب الجنوبى حتى تخرج لنا أنصاف
أقطارها فيها كما سنبين بعد هذا الكلام وإن ما يقع فى الأسطرلاب الجنوبية
من الكواكب ما كان مداره فيما بين القطب الجنوبى ومدار رأس السرطان كما
أن ما يقع فى الأسطرلاب الشمالية منها ما كان مداره فيما بين القطب
الشمالى ومدار رأس الجدى إلا أن يزاد فى مقدار صفيحة الأسطرلاب 20
فيجاريها مدار رأس الجدى فى الشمالية أو مدار رأس السرطان فى الجنوبية ·

وأما دوائر مقنطرات الارتفاع فإن مراكزها تقع فيها على خط نصف
النهار فى الجهتين جميعاً أعنى جهتى الشمال والجنوب فأما دوائر الآفاق فى
الأقاليم الشمالية فإن أنصاف أقطارها متساوية فى جميع الأقاليم على ما كان
من الدوائر العظام فى كرة الفلك فإن مقداره فى الأسطرلاب الجنوبية مساوٍ 25
لمقداره فى الشمالية إلا أن دوائر الآفاق فى الجنوبية تقع مراكزها على خط
نصف النهار مما يلى الشمال وأما سائر المقنطرات فمخالفة لمقاديرها فى
الأسطرلاب الشمالية إلا أن ما كان منها فيما بين دائرة الأفق إلى المقنطرة
التى ارتفاعها بقدر عرض الإقليم فإن مراكزها تقع على خط نصف النهار مما

*14* وأما ] فأما BS *14* التى ] الذى S *15* واحدة ] واحد BS *15* أقطار ] *om.* CD *15* فتستعمل ] مستعمل S, يستعمل T *17* وإن ] وأما BS *17–19* القطب ... الجنوبية ] *om.* S *20* إلا ] إلى B *20* إلا أن يزاد ] إلى ما يراد S *20* مقدار ] مدار BS *20* الأسطرلاب ] *add.* الجنوبى S *21* فيجاريها ] محاذيها B, محارتها S *21* مدار[1] ] مقدار CD *21* أو مدار ] ومدار T *21* السرطان ] الجدى BS *23* فى[1] ] وفى B *24* متساوية ] مساوية CD *24* على ] لأن كل T *25* مقداره ] مداره S *27* فمخالفة ] مخالفة CD *29* مراكزها ] مركزها BS *29* الإقليم ] الأقاليم S



As for the fixed stars, the degrees with which they pass at the meridian line are the same in both types. The semidiameters of their courses are different: in the southern astrolabe their distances from the south pole are applied so that their semidiameters in it emerge for us, as we shall show after this discussion. The stars that occur on the southern astrolabe are those whose courses are between the south pole and the course of the beginning of Cancer, just as those of them that occur on the northern astrolabe are those whose courses are between the north pole and the course of the beginning of Capricorn. And [even] when the size of the astrolabe plate is increased, the course of the beginning of Capricorn in the northern [astrolabe] or the course of the beginning of Cancer in the southern runs along it [*sc.* the rim of the plate].

As for the circles of the altitude almucantars, their centres fall in it [*sc.* the southern astrolabe] on the meridian line on both sides, i.e. the northern and southern sides. As for the horizon circles in the northern climates, their semidiameters are equal [to those in the northern astrolabe] in all the climates, as is the case with the great circles in the sphere of the heavens: its [i.e. the horizon circle's] size in the southern astrolabe is equal to its size in the northern. But the centres of the the horizon circles in the southern [astrolabe] fall on the meridian line towards the north. The almucantars are all different from their sizes on the northern astrolabe. The centres of those of them that are between the horizon circle and the almucantar whose altitude is in the quantity of the latitude of the climate fall on the meridian line towards

يلى الشمال والمقنطرة الواحدة التى ارتفاعها مساوٍ لعرض الإقليم تقع على 30
خط مستقيم وباقى المقنطرات إلى ارتفاع تسعين جزءًا تقع مراكزها على خط
نصف النهار مما يلى الجنوب ·

وأما دوائر السموت فإنها جميعاً من الدوائر العظام ومقاديرها فى
الأسطرلاب الشمالى والجنوبى جميعاً واحدة إلا أن الخط الذى تقع عليه
مراكزها فى الأسطرلاب الجنوبية يقطع خط نصف النهار مما يلى الجنوب 35
وبعده من نقطة سمت الرؤوس فيها كبعده منها فى الأسطرلاب الشمالية
فإذا كان عرض الإقليم أقل من جملة الميل وقعت نقطة سمت الرؤوس
داخلة فى مدار السرطان وإن كان أكثر منه وقعت خارجة عن مداره
وسنبين ذلك كله فيما يتلو هذا الموضع ·

[1] فنفرض صفيحة العنكبوت دائرة ابجد ومركزها نقطة ه 40
ونخرج قطريها يتقاطعان على زاوية قائمة وخط اج خط نصف النهار وخط
دب أفق الفلك المستقيم ثم نرسم فيها فلك البروج ونقسمه كهيئة ما قسمناه
فى الأسطرلاب الشمالية ثم نكتب على الأقسام أسماء البروج ونبتدئ بالحمل
من الموضع الذى أثبتنا فيه الميزان فى الأسطرلاب الشمالية ونتبعه بسائر
البروج فيقع رأس السرطان فى هذه الصورة موقع رأس الجدى فى الصورة 45

30-31 على خط مستقيم ] خطاً مستقيماً T 31 ارتفاع ] باقى BS 34 الشمالى والجنوبى ] الشمالية والجنوبية T 35 يقطع ] تقع B, يقع على S 36 الرؤوس ] الرأس T 37 فإذا ] وإذا S 37 عرض الإقليم ] عرض CD, om. BS 37 الرؤوس ] الرأس T 38 السرطان ] الجدى BTS 38 وإن ] فإن C 38 وإن ... مداره ] marg. (مداره pro مدار الجدى) T 38 أكثر ] أكبر B 38 مداره ] مدار الجدى BTS; seq. lac. C 39 يتلو ] يتلوا C 39 هذا الموضع ] هذه المواضع BS 41 زاوية ] زوايا T 42 قسمناه ] رسمنا وقسمناه BS, رسمناه وقسمناه T 43 أسماء ] الشمالية BS



the north. The one almucantar whose altitude is equal to the latitude of the climate appears as a straight line; and of the remainder of the almucantars to altitude 90° the centres fall on the meridian line towards the south.

As for the azimuth circles, they are all great circles and their sizes in both the northern and southern astrolabe[s] are the same. The line on which their centres fall in the southern astrolabe cuts the meridian line towards the south and its distance from the zenith point in it [*sc.* the southern astrolabe] is as [*sc.* equal to] its distance from it in the northern astrolabe. When the latitude of the climate is less than the total declination, the zenith point falls inside its [i.e. Cancer's] course. If it is greater than it, it falls outside the course of Cancer. We shall show all of that in what follows this passage [*mawḍiʿ*].

[1] We assume the plate of the rete to be circle *ABGD* and its centre point *E*. We draw its two diameters intersecting at a right angle. Line *AG* is the meridian line and line *DB* is the horizon at *sphaera recta*. Then we draw in it the zodiac and divide it as we divided it in the northern astrolabe. Then we write on the divisions the names of the signs, beginning with Aries in the place in which we established Libra in the northern astrolabe and following it up with the rest of the signs. So the beginning of Cancer falls in this diagram in the place of the beginning of Capricorn in the northern

الشمالية فإذا أحكمنا ذلك ابتدأنا برسم الكواكب الثابتة ونقول أولاً إنا إنما أثبتنا فى الجداول أنصاف أقطار مداراتها فى الأسطرلاب الشمالية فأما فى الجنوبية فإنا نستخرجها على ما نصف ·

نأخذ أولاً جزء ممر يد الجوزاء الذى عملنا به فى الشمالية وهى فى الجوزاء أربعة عشر جزءًا فنعلم موضعه فى فلك البروج نقطة ح̄ ونخرج خط 50
ه‍ح̄ غير مؤثر فى الصفيحة ثم نأخذ أيضاً من جدول الكواكب بعد يد الجوزاء من معدل النهار فنجده خمسة أجزاء واثنتين وأربعين دقيقة فى جهة الشمال فيكون بعده من القطب الجنوبى خمسة وتسعين جزءًا واثنتين

46 إنا ] om. S 46 إنما ] supra T 47 الجداول ] الجدول B 48 فإنا ] فإنها C 49 ممر ] om. BS 49–50 الذى ... فى الجوزاء ] om. C 49 الذى ] بالذى T 50 فنعلم ] على add. BS 51 ه‍ح̄ ] دهى̄ B, دهى̄ S 52 فنجده ] om. BS 53 القطب ] القطر B 53 خمسة وتسعين ] ك̄ه BS



diagram [i.e. the diagram of the northern astrolabe]. When we have done this appropriately, we begin drawing the fixed stars. *I say* first: we have established in the table the semidiameters of their courses in the northern astrolabe; and as for [the same] in the southern, we obtain them as I shall describe.

[Fig. 6.1]

We take first the degree of the passage [i.e. the *mediatio*] of [the star] *Yad al-Jawzā'* [α Orionis], with which we worked in the northern [astrolabe]: it is Gemini 14°. We mark its position in the zodiac as point $H$; we draw line $EH$, not incised, on the plate. Then we also take from the star table the distance of *Yad al-Jawzā'* from the equator: we find it 5°42′ on the northern side. So its distance from the south pole is 95°42′.

وأربعين دقيقة فندخل ذلك جدول المدارات ونأخذ ما بحياله فنجده واحداً

55 وعشرين جزءًا وثلثى جزء بالتقريب فنأخذ من المسطرة بالبركار بقدر ذلك

ونضع أحد طرفى البركار على نقطة ه ونعلم حيث قطع الطرف الآخر خط

ه ح نقطة ز فنقطة ز موضع يد الجوزاء ·

وأيضاً نأخذ جزء ممر سهيل فنجده فى الجوزاء تسعة وعشرين جزءًا

وثلثاً وأربعين دقيقة فنعلم على موضعه فى فلك البروج نقطة ط ونخرج خط

60 ه ط غير مؤثر فى الصفيحة ثم نأخذ أيضاً من الجدول بعد كوكب سهيل من

خط الاستواء فنجده واحداً وخمسين جزءًا وسبعاً وعشرين دقيقة فى جهة

الجنوب فيكون بعده من القطب الجنوبى ثمانية وثلثين جزءًا وثلثاً وثلثين

دقيقة فندخل ذلك جدول المدارات ونأخذ ما بحياله فنجده ستة أجزاء ونصفاً

وثلث جزء بالتقريب فنأخذ من المسطرة بالبركار بقدر ذلك ونضع أحد طرفيه

65 على نقطة ه ونعلم حيث قطع الطرف الآخر خط ه ط نقطة م فنقطة م

موضع كوكب سهيل وعلى هذا المثال نستخرج أنصاف أقطار الكواكب فى

الأسطرلاب الجنوبية ونرسمها فيها ثم نعمل فى إضافة ما قرب من الكواكب

من القطب ومن فلك البروج ومن حرف العنكبوت كمثل ما عملنا فى

الأسطرلاب الشمالية ·

54 ذلك ] om. S; فى add. BS 55 جزء ] جزءًا D 55 بالبركار ] بالبيكار hic et semper B 55 بقدر ] بعد BS
56 حيث ] يقع add. T 57 ه ح ] ه م S 57 ز ] om. BS 57 موضع ] om. CD 58 وأيضاً نأخذ ] ونأخذ T
58 جزء ] marg. B 59 فى ] من CD 61 واحداً ] واحد C, أحد B 63 ستة ] سبعة BS 64 وثلث ] وثلثا S
64 بقدر ] بعدد BS 65 م¹ ] ه BS 65 فنقطة م ] om. T 67 الجنوبية ] الجنوبى C 67 قرب ] قارب D
68 من² ] من BS 68 حرف العنكبوت ] lac. D 68 كمثل ما ] كما D

69 الشمالية ] على ما رسمنا فى هذه الصورة add. TS; صورة العنكبوت الجنوبية وتخطيطها add. D



[With] that we enter the table of courses and take what is opposite it: we find it to be 21$^p$ and two thirds of a part approximately. Then with the compasses we take on the rule [a distance] in the amount of that and put one of the ends of the compasses at point *E*, and where the other end cuts line *EH* we mark point *Z*: point *Z* is the position of *Yad al-Jawzā*ʾ.

Again, we take the degree of passage of *Suhayl* [α Carinae]; we find it at Gemini 29°43′. At its place in the zodiac we mark point *T*. We draw line *ET*, not incised, on the plate. Then we again take from the table the distance of the star *Suhayl* from the equator line [*khaṭṭ al-istiwā*ʾ]: we find it 51°27′ on the southern side. So its distance from the south pole is 38°33′. [With] that we enter the table of the courses and take what is opposite it: we find it 6$^p$ and a half and a third of a part approximately. Then on the rule we take with the compasses [a distance] in that amount and put one of its ends at point *E*; where the other end cuts line *ET* we mark point *M*. So point *M* is the position of the star *Suhayl*. According to that example we obtain the semidiameters [of the courses] of the stars in the southern astrolabe and inscribe them on it. Then we proceed with the addition of those stars that are near the pole, the zodiac and the rim of the rete, as we did with the northern astrolabe.

70 [2] ونصف بعد ذلك كيف تخطيط صفيحة المقنطرات فنفرض
الصفيحة دائرة ا ب ج د ومركزها نقطة ه ونخرج قطريها يتقاطعان على زاوية
قائمة ونأخذ من المسطرة بالبركار بقدر بعد مركز دائرة الأفق من مركز
الصفيحة فى الإقليم المفروض الذى عرضه ثلثون جزءًا وهو أربعة وثلثون
جزءًا ودقيقتان فنضع أحد طرفى البركار على نقطة ه ونعلم حيث بلغ الطرف
75 الآخر من خط نصف النهار فى جهة الشمال نقطة ك ونأخذ أيضاً من المسطرة
بالبركار بقدر نصف قطر مدار دائرة الأفق وهو تسعة وثلثون جزءًا وثمانى
عشرة دقيقة فنضع أحد طرفى البركار على نقطة ك وندير به فى الصفيحة
قوس ز م ل وهى قوس الأفق فى هذه الأسطرلاب .

ثم من بعد ذلك نأخذ مقنطرة ستة أجزاء فنزيدها على عرض البلد
80 فيكون أقرب بعدها من القطب الجنوبى ستة وثلثين جزءًا ونزيد الستة
الأجزاء على مائة وخمسين جزءًا فيكون أبعد بعدها من القطب الجنوبى مائة
وستة وخمسين جزءًا فندخل عددى البعدين جميعاً جدول المدارات فنجد ما
يقابل الستة والثلثين الجزء ستة أجزاء وثلثاً وعشرين دقيقة ونجد ما يقابل
المائة والستة والخمسين الجزء اثنين وتسعين جزءًا وسبعاً وعشرين دقيقة فنأخذ
85 من المسطرة بالبركار بقدر الستة الأجزاء والثلث والعشرين الدقيقة فنضع أحد

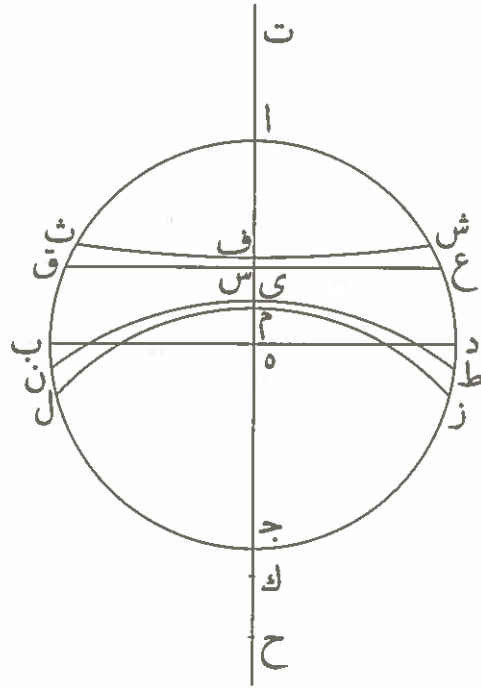
70 تخطيط ] تخطط BS   71 ومركزها ] مركزها T   72 دائرة الأفق من مركز ] *marg.* T   74 بلغ ] يبلغ C   78 ز م ل ] دمل B   79 بعد ] من *add. et del.* T   79 فنزيدها ] مردها B   81 الأجزاء ] أيضاً *add.* BS   82 فندخل ] ندخل S   82 فنجد ] فنجدها T   84 اثنين وتسعين ] *lac.* B   85 بقدر ] *repet.* S   85 الدقيقة ] *om.* B, دقيقة S

70 ونصف ] تخطيط المقنطرات *add.* BS *ante*



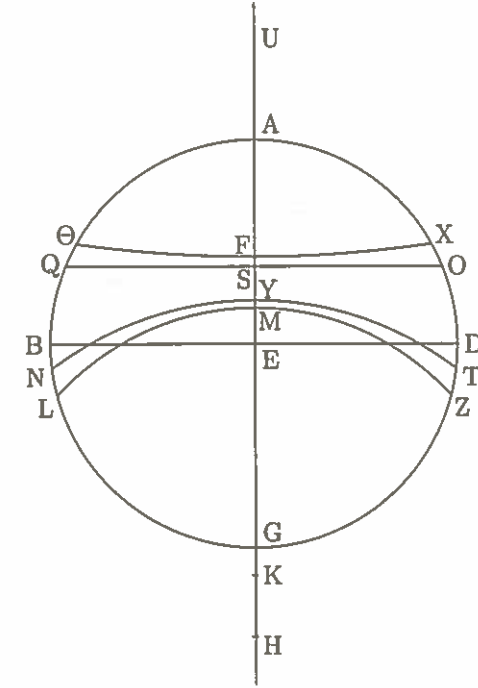
[2] After that we describe how to draw the plate of the almucantars. We assume the plate to be *ABGD* and its centre point *E*; we draw its two diameters intersecting at a right angle. On the rule we take with the compasses [a distance] in the amount of the distance of the centre of the horizon circle from the centre of the plate in the assumed climate, of which the latitude is 30°; it is $34^p2'$. We put one of the ends of the compasses at point *E*, and where the other end reaches on the meridian line on the northern side we mark point *K*. We also take on the rule with the compasses [a distance] in the amount of the semidiameter of the course of the horizon circle; it is $39^p18'$. We put one of the ends of the compasses at point *K* and draw with it on the plate arc *ZML* – it is the arc of the horizon in this astrolabe.

Then after that we take the almucantar of 6° and we add it to the latitude of the climate. So its nearest distance from the south pole is 36°. We add 6° to 150°: its furthest distance from the south pole is 156°. [With] the numbers of the two distances we enter the table of courses. We find what is opposite the 36° to be $6^p23'$ and find what is opposite what is opposite the 156° to be $92^p27'$. On the rule we take with the compasses [a distance] in the amount of the $6^p23'$: we put one

طرفيه على نقطة ه ونعلم حيث بلغ طرف البركار الآخر من خط نصف النهار الجنوبى نقطة ى ثم نزيد الستة الأجزاء والثلث والعشرين الدقيقة على

الاثنين والتسعين الجزء والسبعة والعشرين الدقيقة ونأخذ نصف ما اجتمع فيكون نصف قطر هذه المقنطرة تسعة وأربعين جزءًا وخمساً وعشرين دقيقة فنأخذ من المسطرة بالبركار بقدر ذلك ونضع أحد طرفيه على نقطة ى ونعلم 90 حيث بلغ الطرف الآخر من خط نصف النهار الشمالى نقطة ح فندير بالبركار على مركز ح وببعد ح ى فى الصفيحة قوس ط ى ن وهى قوس مقنطرة ستة أجزاء ·

86 ه ] supra D 86 طرف البركار ] الطرف BTS 86 الآخر ] supra T 87 ى ] marg. C 87 الدقيقة ] دقيقة S 88 الدقيقة ] om. CD, دقيقة S 92 وهى ] وهو T



of its ends on point $E$ and where the other end of the compasses reaches on the southern meridian line we mark point $Y$. Then we add

[Fig. 6.2]

the $6^p\ 23'$ to the $92^p27'$ and take half of the sum: the semidiameter of this almucantar is $49^p25'$. On the rule we take with the compasses [a distance] in the amount of that and put one of its ends on point $Y$, and where the other end reaches on the northern meridian line we mark point $H$. With the compasses we draw, about centre $H$ and with distance $HY$, arc $TYN$ on the plate; it is the arc of the almucantar of 6°.

ثم نعمل فى سائر المقنطرات كذلك حتى ننتهى إلى المقنطرة التى
ارتفاعها عن الأفق بقدر عرض البلد وهى مقنطرة ثلثين جزءًا فى هذا الإقليم 95
فيكون أقرب بعدها من القطب الجنوبى ستين جزءًا وأبعد بعدها منه مائة
وثمانين جزءًا فنأخذ ما بحيال ستين جزءًا من جدول المدارات فنجده أحد
عشر جزءًا وعشرين دقيقة فنأخذ بقدر ذلك من المسطرة بالبركار ونضع أحد
طرفيه على نقطة ه ونعلم حيث قطع الطرف الآخر خط نصف النهار من
جهة الجنوب نقطة س فنجيز على نقطة س خط ع س ق موازياً لخط د ه ب 100
وهو خط مقنطرة ثلثين جزءًا ٠

ثم نأخذ أيضاً مقنطرة ستة وثلثين جزءًا فنجد أقرب بعدها من القطب
الجنوبى ستة وستين جزءًا وأبعد بعدها منه مائة وأربعة وسبعين جزءًا فندخل
عددى البعدين جدول المدارات فنجد ما بحيال الستة والستين الجزء اثنى
عشر جزءًا وستاً وأربعين دقيقة وما بحيال المائة والأربعة والسبعين الجزء 105
ثلثمائة وخمسة وسبعين جزءًا ودقيقتين فنأخذ بالبركار من المسطرة بقدر
الاثنى عشر الجزء والست والأربعين الدقيقة فنضع أحد طرفيه على نقطة ه
ونعلم حيث بلغ الطرف الآخر من خط نصف النهار الجنوبى نقطة ف ثم
ننقص الاثنى عشر الجزء والست والأربعين الدقيقة من الثلثمائة والخمسة
والسبعين الجزء والدقيقتين ونأخذ نصف ما بقى فيكون نصف قطر هذه 110

95 مقنطرة ] om. CD 95 هذا ] supra T 95 الإقليم ] المفروض add. S 96 الجنوبى ] supra T
96–97 وأبعد ... وثمانين جزءًا ] om. D 96 منه ] om. BS 97–98 أحد عشر جزءًا ] كا S 98 بقدر ] بعد
B 100 د ه ب ] ه ب D 102 جزءًا ] om. CD 103 منه ] om. BS 106 ثلثمائة ... ودقيقتين ] دقيقة رب S 106 بقدر ] بعد BS 107 الجزء ] جز B 108 الجنوبى ] على add. C 109 الدقيقة ] دقيقة BS
110 نصف[2] ] marg. C



Then we proceed similarly with the other almucantars until we arrive at the almucantar whose altitude above the horizon is in the amount of the latitude of the region; it is the almucantar of 30° in this climate. So its nearest distance to the south pole is 60° and its furthest distance from it is 180°. We take what is opposite 60° in the table of the courses and find it to be $11^{p}20'$. On the rule we take with the compasses [a distance] in the amount of that. We put one of its ends on point *E* and where the other end cuts the meridian line on the south side we mark *S*. Through point *S* we draw line *OSQ*, parallel to line *DEB*; it is the line of the almucantar of 30°.

Then we also take the almucantar of 36°; we find its nearest distance from the south pole to be 66° and its furthest distance 174°. [With] the numbers of the two distances we enter the table of courses and find what is opposite the 66°, $12^{p}46'$, and what is opposite the 174° to be $375^{p}2'$. On the rule we take with the compasses [a distance] in the amount of the $12^{p}46'$. We put one of its ends on point *E* and where the other end reaches on the meridian line we mark point *F*. Then we subtract the $12^{p}46'$ from the $375^{p}2'$ and take half of what remains: the semidiameter of this

المقنطرة مائة وواحد وثمانين جزءًا وثمانى دقائق فنأخذ من المسطرة بالبركار
بقدر ذلك ونضع أحد طرفيه على نقطة ف ونعلم حيث قطع الطرف الآخر
خط نصف النهار الجنوبى نقطة ت فندير بالبركار على مركز ت وببعد ت ف
فى الصفيحة قوس ش ف ث وهى مقنطرة ستة وثلثين جزءًا ثم كذلك نعمل
115 فى باقى المقنطرات إلى أن تنتهى إلى المقنطرة التى ارتفاعها فى هذا الإقليم
أربعة وثمانون جزءًا وذلك قريب من مدار السرطان فى الكرة فتقع هذه
المقنطرة خارج دائرة ا ب ج د وقريبة من مماستها ·

[3] ونصف أيضاً كيف نخط قسى السموت فى هذه الأسطرلاب
فإن نقطة سمت الرؤوس إذا لم تقع داخل الصفيحة استخرجنا بدلها موضع
120 النقطة التى تقابلها فى الكرة ليكون تخطيطنا لقسى السموت ببعدها من
مواضع المراكز كما أصف نأخذ فى هذا الإقليم بعد النقطة المقابلة لنقطة
سمت الرؤوس من القطب الجنوبى فنجده ستين جزءًا فندخل ذلك جدول
المدارات ونأخذ ما بحياله فنجده أحد عشر جزءًا وعشرين دقيقة فنأخذ بقدر
ذلك من المسطرة بالبركار فنضع أحد طرفيه على نقطة ه ونعلم حيث بلغ
125 الطرف الآخر من خط نصف النهار مما يلى الشمال نقطة ص فنقطة ص هى
النقطة المقابلة لسمت الرؤوس ثم نأخذ من جدول السموت فى جدول

111 جزءًا ] om. B  113 ت ف ] ثف B, ب ف S  114 ش ف ث ] ش ف ت CD, شمب B, سمب S
115 المقنطرة² ] المقنطرات C  115 هذا ] هذه C  116–117 وذلك ... مماستها ] om. D  117 وقريبة ] وفرضه
C  117 مماستها ] وهذه صورتها add. S  118 ونصف ] عمل السمت add. BS ante  118 أيضاً ] om.
T  118 السموت ] السمت T  119 الرؤوس ] الراس T hic et saepius  119 بدلها ] لها به
CD  120 تخطيطنا لقسى ] تخطيط القسى T  120 السموت ] سمت CBTS  121 المراكز ] المركز T
122 الجنوبى ] om. CD  122 ذلك ] فى add. CDT  123 بقدر ] بعد S  125 فنقطة ص ] marg. T



almucantar is 181p8′. On the rule we take with the compasses [a distance] in the amount of that and put one of its ends on point $F$, and where the other end cuts the southern meridian line we mark point $U$. With the compasses we draw, about centre $U$ and with distance $UF$ arc $XF\Theta$ on the plate. It is the almucantar of 36°. Then we proceed similarly with the remaining almucantars until we arrive at the almucantar whose altitude in this climate is 84°; that is near to the course of Cancer in the sphere. This almucantar falls outside circle $ABGD$ and is near to touching it.

[3] Also, we describe how we draw the azimuth arcs in this astrolabe. When the zenith point does not fall inside the plate we obtain in its stead the place of the point that lies opposite it in the sphere, so that our delineation of the azimuth arcs with their distance[s] from the places of the centres is as I shall describe. We take in this climate the distance of the point opposite the zenith point from the south pole; we find it to be 60°. [With] that we enter the table of courses and take what is opposite it: we find it to be 11p20′. On the rule we take with the compasses [a distance] in the amount of that; we put one of its ends on point $E$ and where the other end reaches on the meridian line towards the north we mark point $C$: point $C$ is the point opposite the zenith. Then we take from the azimuth table in the column

الإقليم المفروض ما فى السطر الأول الذى هو نصف قطر دائرة سمت الحمل
والميزان فنجده اثنين وعشرين جزءًا وإحدى وأربعين دقيقة فنأخذ من
المسطرة بالبركار بقدر ذلك فنضع أحد طرفيه على نقطة ص ونعلم حيث بلغ

130 الطرف الآخر من خط نصف النهار الجنوبى نقطة ع فندير على مركز ع
وببعد ع ص قوسين فى جهتى المشرق والمغرب كهيئة قوسى ف ز ى ل تقطعان
خط أفق الفلك المستقيم وأفق الإقليم أيضاً على النقطتين المشتركتين لهما
جميعاً فإن لم يقع كذلك ففى العمل زلل ثم نجيز على نقطة ع خطاً يوازى
خط د ب عليه ك ع ش فخط ك ع ش يقوم فى هذه الأسطرلاب مقامه فى
135 الأسطرلاب الشمالية ونقطة ص تقوم مقام نقطة سمت الرؤوس فيها فنأخذ

*131* كهيئة قوسى ] كقوسى T *131* ف ز ] ه ر CLK, هر BSP, فد *corr. marg. in* ه ز T *131* ه ز ى ل ] *lac.* D *131* ى ل ] CL: بل BSK, تل T, يل P *132* لهما ] بهما B *133* خطاً ] خط CD *134* هذه ] *om.* BS *135* تقوم ] بعام B, تقام S *135* نقطة ] *om.* T



of the given climate what is in the first row, which is the semidiameter of the azimuth circle of Aries and Libra. We find it to be $22^p41'$. On the rule we take with the compasses [a distance] in the amount of that, we put one of its ends on point *C*, and where the other end reaches on

the southern meridian line we mark point *O*. About point *O* and with distance *OC* we draw two arcs on the eastern and western side, arcs *FZ YL*, cutting the horizon line at *sphaera recta* and also the horizon of the climate in two points common to both of them. If it does not turn out like that, there is a slip in the procedure. Then through *O* we pass a line, parallel to line *DB*[16], on which are *K O X*. Line *KOX* takes in this astrolabe the place that it holds in the northern astrolabe and point *C* takes the place of the zenith point in it. We take

[16]Points *D* and *G* are about to be defined on line *KOX* itself. Since it seems unlikely that al-Farghānī would use twice a letter as early in the alphabet as *D*, I have assumed that the positions of *D* and *B* are understood by analogy with other diagrams. In our diagram they are represented by "[*D*]" and "[*B*]"

ما بحيال سمت عشرة أجزاء من الجدول فنجده تسعة عشر جزءًا فنأخذ من
المسطرة بالبركار بقدر ذلك فنضع أحد طرفيه على نقطة ع ونعلم حيث بلغ
الطرف الآخر من خطى ع ك ع ش فى الجهتين نقطتى د جـ ثم نطلب على
خط ع ك نقطة إذا ركزنا أحد طرفى البركار عليها أمكننا بفتحنا إياه أن نمر
140 بالطرف الآخر على نقطتى ص جـ فإذا وجدنا تلك النقطة أثبتنا أحد طرفى
البركار عليها وأدرنا فى الصفيحة قوسين أيضاً كهيئة قوسى ح جم ق و ثم ندير
البركار إلى الجهة الأخرى ونعمل كما عملنا ثم كذلك تتم سائر قسى السموت
وإنما استعملنا بدل نقطة سمت الرؤوس النقطة التى تقابلها إذا لم تقع نقطة
سمت الرؤوس فى الصفيحة فإذا وقعت فيها لم تكن بنا حاجة إلى نظيرتها ٠

145 ونعمل فى تخطيط سائر ما بقى من خطوط الأسطرلاب من الساعات
وغيرها مثل ما عملنا فى الأسطرلاب الشمالية ولكى لا نطيل القول تكون
فيما وصفنا كفاية لمن له علم بما قدمنا فى كتابنا هذا وبالله التوفيق ٠

---

138 الطرف ] الراس BS   138 من ] om. S   139 بفتحنا ] لفتحنا S   140 فإذا ] فانا B   141 ح جم ق و ] ملق
ح حـ CD, لو رحم B, ل دق تجم T, ح م رح S, ل و حـه م L, لو تحم K, كو تحم P   141–142 البركار ] بالبركار BT
142 كذلك ] حتى add. CD   142 تتم ] lac. S   142 قسى السموت ] القسى BS   142–143 وإنما ] وإذا
D   144 فإذا ] إذا فاما T   144 نظيرتها ] نظيرها C   145–147 من الساعات ... التوفيق ] om.
S   145 الساعات ] marg. B   146 وغيرها مثل ما عملنا فى الأسطرلاب ] marg. B   146 مثل ] بمثل
CD   146 ما ] supra B   146 تكون ] مكون B   147 لمن ] كان add. T   147 هذا ] om. BT
147 وبالله التوفيق ] إن شاء الله وبه القوة B



what is opposite 10° in the table; we find it to be 19ᵖ. On the rule we take with the compasses [a distance] in the amount of that, we put one of its ends on point *O*, and where the other end reaches on lines *OK* *OX* we mark on the two sides *D G*. Then on line *OK* we seek a point [such that] when we place one of the ends of the compasses on it, we can, opening it, pass with the other end over points *C G*. When we find that point, we fix one of the ends of the compasses on it and draw on the plate two arcs, arcs *HGM QW*. Then we turn the compasses in the other direction and do [again] as we have done. Then the other azimuth arcs are finished similarly. Instead of the zenith point we use the point lying opposite it when the zenith point does not lie inside the plate: when it falls in it we do not need its opposite.

In delineating the rest of the lines of the astrolabe, such as the hours, etc., we do as we did in the northern astrolabe. In order that we do not prolong our talk, in what we have described there is what suffices for those who understand what we have set forth in this book of ours; success is from God.

## النوع السابع

### فى أن جميع ما يُتوهم من صنعة الأسطرلاب
### مخالفاً لما وصفنا غير ممكن ولا صحيح

أما ما وصفنا فى كتابنا هذا من علة الأسطلاب وصحتها وما احتيج إليه فى
صنعتها من كل ما قدمناه فقد أتينا على كل باب منه ببرهان واضح وحجة 5
لازمة وأما ما عسى أحداً أن يتوهم من أنه قد يمكن أن تعمل آلة
الأسطرلاب على غير هذه الهيئة التى وصفناها فسنبين أنه لا يجب الإقرار
بذلك إما لأن بعض تلك الوجوه مستحيل البتة وإما أن لا يمكن عملها على
الحقيقة ولكن على التشبيه والتقريب فى شدة وصعوبة وامتناع فى الصنعة
وإما أن يكون ممكناً فى الصنعة ومخالفاً فى القياس للصواب · 10

فنقول أولاً إنه لا يمكن أن تعمل الأسطرلاب إلا على أحد قطبى
معدل النهار أعنى أنه لا يمكن أن ينقل ما فى كرة الفلك على جهة ما وجدنا
إلى سطح الأسطرلاب الماس للكرة على غير إحدى نقطتى القطبين من
أجل أن حركة الفلك الكلية من المشرق إلى المغرب إنما هى على قطبى معدل
النهار وأن جميع أجزاء فلك البروج ومواضع الكواكب الثابتة من الكرة 15

---

2 فى أن ] وان B  2 صنعة ] هيئة add. BS, supra TD  4 أما ] فاما BS  4 وصفنا ] وضعنا B  4 وصحتها ] om. S  4 وما احتيج ] وما حتيج T  4–5 فى صنعتها ] من صفتها marg. D  5 قدمناه ] قدمنا BS  5 أتينا ] اثبتنا T  5 كل² ] marg. B  5 ببرهان ] وبرهان C  6 أحداً ] احد CBDS, احد in corr. T  6 من ] om. T  6 قد ] om. BS  6 تعمل ] يعلم marg. D  7 فسنبين ] فنبين S  8 بعض ] om. S  8 البتة ] marg. D, اليه T  8 أن ] om. CD  8 أن لا ] الا B (ا supra)  9 على ] marg. C  9 التشبيه ] النسبة T  10 فى ] supra D  11 أحد ] احدى BS, احدا D  12 أنه ] ان D  12 ما¹ ] supra DS  12 كرة ] الكرة S  12 ما وجدنا ] مأخذنا CBS, in corr. D  13 إحدى ] احد CD  15 جميع ] لجميع BS  15 من الكرة ] om. BS



## *Chapter 7*
### *That all that is imagined of making the astrolabe different from what we have described is not possible and not correct*

As for what we have described in this book of ours of the rationale of the astrolabe, its correctness and what is needed in making it of all that we have set out, we have finished every aspect [*bāb*] of it with a proof and pertinent argumentation. As for what one might think, i.e. that it is possible to make the astrolabe instrument in a form other than this form that we have described, we shall show that this must not be maintained, either because some of these ways are completely impossible, or [because] it is not possible to make it according to reality, but [only] by resemblance and approximation [and] with strain, difficulty and impossibility in making [it], or [because] it is possible in construction but inconsistent with the truth.

So *I say* first: it is not possible to construct the astrolabe except with respect to one of the poles of the equator, i.e. that it is not possible, as we have found, to transfer what is in the sphere of the heavens to the plane of the astrolabe touching the sphere at a [point] other than the two points of the poles, since the universal motion of the sphere from east to west is only about the poles of the equator and all the degrees of the zodiac and the positions of the fixed stars in the sphere

تتحرك بحركة الكل فى دوائر متوازية فإن توهمنا أنه قد يمكن أن نجعل
سطح الاسطرلاب يماس الكرة على غير أحد قطبى معدل النهار فإن هذه
الدوائر المتوازية تتشكل فى سطح الأسطرلاب غير متوازية لأن مراكزها تقع
حينئذ على نقط مختلفة ويقع قطب معدل النهار أيضاً خارجاً عن مراكزها
20 جميعاً كما بينا من تشكل دوائر مقنطرات الارتفاع فإذا تشكلت هذه الدوائر
كما وصفنا فكيف يمكننا أن نرسم مدارات أجزاء فلك البروج ومواضع
الكواكب موازياً بعضها لبعض وأيضاً فإن توهمنا أنه قد يمكن أن ننقل هذه
الدوائر عن هيئة شكلها فى الأسطرلاب ونرسمها متوازية على مركز واحد حتى
يتقاطع بكل دائرة منها الجزء الذى يدور فيها من فلك البروج فإنه لا يمكن
25 أن يقع أفق الفلك المستقيم خطاً مستقيماً لأنه حينئذ ليس من الدوائر العظام
التى تتقاطع على النقطة التى يماس عليها سطح الأسطرلاب الكرة ولكن
يتشكل قوساً من دائرة وتتغير سائر دوائر المقنطرات بمثل ذلك فتختلف
الخلقة ويستحيل العمل ·

ونجعل لذلك مثالاً فى تصيير السطح المماس للكرة يماسها على أحد
30 قطبى فلك البروج فنخط دائرة ا ب ج د على مركز ه ونخرج قطريها يتقاطعان
على زاوية قائمة ونتوهمها دائرة فلك البروج تماس الكرة على نقطة ه

16 قد ] om. BS 17 أحد ] احدى CBDS 18 متوازية ] موازية S 19 نقط ] نقطه B, نقطة S
20 نتشكل ] تشاكل B 21 مدارات أجزاء ] tr. B, احد مدارات S 22 موازياً ] وموازياً CD 22 قد ] om.
T 23 شكلها ] نشكلها BS 24 يتقاطع ] بقاطع CBDT 24 بكل ] لكل C, كل S 25 حينئذ ] lac. C
26 التى [1] ] لا add. et del. C 26 على ] repet. D 26 سطح ] تسطيح C 27 دائرة ] lac. C, دوائر D
27 وتتغير ] وبعبر B, وتميز D, وبعين S 27 سائر دوائر ] om. D 29 تصيير ] تصمين C, نظير B, تصيس D
29 يماسها ] corr. ex بما سهل B 29 أحد ] احدى B



move with the motion of the universe in parallel circles. If we imagine that it would be possible to let the plane of the astrolabe touch the sphere at [a place] other than one of the two poles of the equator, then these parallel circles would be formed in the plane of the astrolabe as not parallel, because their centres would then fall at different points and the pole of the equator would also fall [when projected] not coincident with [*khārijan ʿan*] any of their centres, as we proved concerning the formation of the circles of the altitude almucantars. When these circles are formed as we have described, then how could we draw the courses of the degrees of the zodiac and [the courses of] the positions of the stars parallel to each other? Also: if we imagine that it would be possible to transform these circles from the form of their shape in the astrolabe and to draw them parallel to one another about one centre, so that the degree of the zodiac that rotates among them intersects with each of these circles, then it would not be possible that the horizon at *sphaera recta* appears as a straight line, because then it is not [one] of the great circles that intersect at the point at which the plane of the astrolabe touches the sphere, but forms an arc of a circle, and all the almucantar circles undergo alteration in the same way. Then the form is different and the construction becomes impossible.

We make an example for that by letting the plane tangent to the sphere touch it at one of the poles of the zodiac; we draw circle *ABGD* about centre *E* and draw its two diameters intersecting at a right angle. We imagine it the zodiac circle[17] touching the sphere at point *E*.

[17]Something like "the pole of which is" seems to be omitted here.

ونجعل خط اه‍ج هو فلك نصف النهار المخطوط على أقطاب الفلكين وهو
خط مستقيم ونجعل نقطة ا رأس الجدى ونقطة ب رأس الحمل ونقطة ج
رأس السرطان ونقطة د رأس الميزان من أجل أن دائرة فلك البروج على هذه

الجهة تنقسم كهيئة قسمة دائرة معدل النهار على قطب معدل النهار وندير 35
دائرة أخرى تماس دائرة فلك البروج على نقطة ا عليها ا ح ط ك نتوهمها
دائرة معدل النهار ونخرج خط اه‍جط ونأخذ من خط ه‍ط بقدر بعد قطب
معدل النهار من قطب فلك البروج فى هذا السطح وهو خط ه‍ز فنقطة ز
قطب معدل النهار ومركز دائرة ابجد يقع خارجاً عن نقطة ز كما بينا فى
مقنطرات الارتفاع فليكن على نقطة م وندير على نقط ب ز د قوساً عليها 40
ل ب ز د ن فقوس لبزدن أفق الفلك المستقيم ونخرج خطى بز زد

32 اه‍ج ] اجا BS   32 هو ] وهو BS   33 ونجعل ] نجعل BS (و supra B)   33 ونقطة [1] ] ونجعل نقطة
CD, فتكون نقطة BS   33 ونقطة ... ب ] om. CBD   34 ونقطة ] ونجعل نقطة C   35 قسمة ] om. D
35 على ... النهار ] om. C   35 قطب ] قطبى T   36 دائرة [2] ] ذلك CD   38-39 من ... النهار ] marg. T
38 السطح ] السطر BS   39 كما بينا ] om. C   40 نقط ] نقطه CB, نقطة D   41 ل ب ز د ن ] لرر B
41 ز ] ن D   41 ن ] ز D   41 لبزدن ] لبردر C, لرر B, لب د دن D   41 بز ] بد D
41 زد ] د D



We make line *AEG* the meridian circle drawn through the poles of the two circles [*falakān*, i.e. the equator and zodiac]; it is a straight line. We make point *A* the beginning of Capricorn, point *B* the beginning of Aries, point *G* the beginning of Cancer, and point *D* the beginning of Libra, because the zodiac circle is divided in this way like the division

[Fig. 7.1]

of the equator circle [drawn] about the pole of the equator. We draw another circle tangent to the zodiac circle at point *A*, on which are *A H T K*; we imagine it the equator circle[18]. We draw line *AEGT*. On line *ET* we take [a line] in the quantity of [the projection of] the distance of the pole of the equator from the pole of the zodiac in this plane. It is line *EZ*, and so point *Z* is [the projection of] the pole of the equator. The centre of circle *ABGD*[19] falls not coincident with point *Z*, as we have proved in [our treatment of] the altitude almucantars. Let it be at point *M*. Through points *B Z D* we draw an arc on which are points *L B Z D N*. So arc *LBZDN* is the horizon at *sphaera recta*. We draw lines *BZ ZD*.

[18] Perhaps the course of Capricorn is meant.
[19] *AHTK* must be meant.

فإذا جعلنا حركة فلك البروج على نقطة زَ التى هى قطب معدل النهار وأدرنا
فلك البروج من المشرق إلى المغرب فإن نقطة بَ من فلك البروج توافى
موضع نقطة اَ مع موافاة نقطة اَ موضع نقطة دَ لأن زاويتى بزا ازد
45 متساويتان ولكن نقطة اَ توافى موضع نقطة دَ قبل موافاة نقطة دَ موضع
نقطة جَ لأن زاوية ازد أصغر بكثير من زاوية دزج فنقطة بَ توافى موضع
نقطة اَ قبل موافاة نظيرتها وهى نقطة دَ موضع نقطة جَ وخط اج يقسم كل
واحد من فلك البروج ومعدل النهار بنصفين فيختلف العمل عند ذلك
ويستحيل ·

50 وأيضاً إن توهمنا حركة الكل ليس على نقطة زَ التى هى قطب معدل
النهار إذ كانت خارجة عن مركز دائرة معدل النهار وجعلنا الحركة على نقطة
مَ التى هى المركز وهى أبعد من مركز فلك البروج من نقطة زَ كان ذلك أشد
استحالة من الباب الأول وكذلك تبين أنه لا يمكن رسم الأسطرلاب على جهة
ما قدمنا إلا على أحد قطبى معدل النهار فقط ·

55 وأيضاً فإن قوماً توهموا أن صنعة الأسطرلاب قد يمكن على وجه آخر
وذلك أنهم جعلوا بسيط كرة الفلك كأنه انفتق من أحد القطبين فصار دائرة
مسطوحة على القطب الآخر وتشكل القطب المنفتق من القطبين فى

---

42 ز ] د C 42 معدل ] supra S 43 البروج ] ح المشرق C 43 ب ] lac. D 44 ا[1] ] و D 44 مع موافاة نقطة ] ونقطة T 44 مع ... د ] om. D 44 مع ] om. S 44 نقطة[2] ] marg. B 44 موضع[2] ] marg. B 44 د ] ر BS 44 زاويتى ] زوايتى C 44 ازد ] ادر BS 45 د[1] ] ر BS 45 موافاة ] موازاه T 46 لأن زاوية ] repet. et del. B 46 ازد ... زاوية ] om. C 46–47 من ... وهى نقطة ] om. T 47 د ] و د T 47 يقسم ] بقسم B 50 ز ] رلا B 51 إذ ] اذا B 52–53 أشد استحالة ] اشمل اسماً له C 53 وكذلك ] وقد CD 53 رسم ] تسطيح D 54 على أحد ] om. C, على D 54 فقط ] om. CDT; ان شاء الله add. D 55 فإن ] ان BS 55 قوماً ] marg. T 56 دائرة ] om. BS



When we let the motion of the zodiac be about point $Z$, which is the pole of the equator, and we rotate the zodiac from east to west, then point $B$ of the zodiac reaches the position of point $A$, while point $A$ reaches the position of point $D$, because the angles $BZA$ $AZD$ are equal. But point $A$ reaches the position of point $D$ before point $D$ reaches the position of point $G$, because angle $AZD$ is much smaller than angle $DZG$. So point $B$ reaches the position of point $A$ before its opposite, which is point $D$, reaches the position of point $G$. Line $AG$ bisects both the zodiac and the equator; and at that [i.e. if this were to happen] the operation becomes deviant and impossible.

Again, if we imagine the motion of the universe not about point $Z$, which is the pole of the equator, since it is not coincident with the centre of the equator circle, and we let the motion be about point $M$, which is the centre and which is further from the centre of the zodiac than point $Z$, [then] that would be still more impossible than the first case. In this way it is clear that it is only possible to draw the astrolabe in the way we have set out, about one of the poles of the equator.

Again, people have imagined that the making of the astrolabe would be possible in another way, namely, they made the surface of the sphere of the heavens as if it were split open [*infataqa*] at one of its poles, so that it became a circle spread out about the other pole; and the split-open pole of the poles in

الأسطرلاب خطاً محيطاً بدائرة فكيف لا يُقبح هذا الرأى ممن فكر فيه وعمل
به إذ كان قطبا معدل النهار نقطتين ثابتتين غير متحركتين فكيف يمكن أن
60 يتشكل أحدهما دائرة متحركة على القطب الآخر وهذا من أشنع ما يقال به
فى هذا الباب وأيضاً فإن القطبين لازمان فى كل حال لأفق الفلك المستقيم
فكيف يمكن أن يلزم القطب وهو دائرة متحركة أفق الفلك المستقيم ولقد
وصف محمد بن موسى فى هذا الباب ما فيه كفاية فى إبطال هذا المذهب
ممن فكر فيه وأيضاً فإنهم عملوا بعد ما بينا من فساد أصل ما بنوا عليه أن
65 رسموا دائرة فلك البروج بخطوط تصل بين نقط مختلفة وذلك أنهم أخذوا
موضع ميل كل برج عن معدل النهار على الخطوط التى تقسم مطالع الفلك
المستقيم ثم وصلوا بين تلك المواضع بخطوط مختلفة فى الهيئة أعنى أنها ليست
بقسى من دوائر ولا بخطوط مستقيمة بل تتشكل دائرة فلك البروج شبيهة
بما سماه الأولون الشكل التنورى ومعلوم عند أهل الهندسة أنه غير ممكن
70 أن يُرسم على الصحة إلا أحد خطين إما خط مستقيم أو قوس من دائرة
فكيف يمكن أن نقول إن العمل بهذا الوجه صحيح أم كيف لو كان صحيحاً
يسهل علينا طلبه واستخراج هيئة الأشكال فى الأسطرلاب بما وضعوا عرضه ·

---

58 الرأى ] والراى التوهم T  58 ممن ] ممّن B  59 إذ ] اذا BS  59 كان ] كانا B  59 قطبا ] قطبي
B  59 نقطتين ثابتتين ] بقطبين ثابتين S  59 يمكن ] على add. B  61 الباب ] الكتاب BS
61 لازمان ] لازمين B  61 الفلك ] فلك T ·  63 موسى ] بن شاكر add. T  63 الباب ] الكتاب
BS  64 بعد ] ابعد B  64 ما[2] ] عملوا add. et del. C  65 نقط ] نقطه BT  65–
67 وذلك ... مختلفة فى ] marg. T  66 موضع ] marg. B  66 على الخطوط ] الخطوط B, والخطوط S
66 الفلك ] فلك T  67 أعنى ] على B  68 من دوائر ولا بخطوط ] دوائر C  68 بل ] om. S  69 بما ] بهيئة ما
BST  69 سماه ] سحاه B  69 الأولون ] من add. CBDS  69 التنورى ] المودى BS  70 الصحة ] الصفيحة
D  70 خط مستقيم أو قوس ] خطاً مستقيماً أو قوساً CBDS  71 صحيح ] صحيحًا BS  72 بما ] ثم S
72 وضعوا عرضه ] وصفوا وصرمه CD, وصفوا هذه ويتوهمه T



the astrolabe took the form of a line containing [the circumference of] a circle. How is this opinion of those who think about it and use it not to be considered absurd? For the poles of the equator are two fixed points, not moving. So how can one of them take the form of a circle moving round the other pole? This is one of the most abominable [ideas] that can be maintained on this topic. Also, the poles cling permanently to the horizon at *sphaera recta*. So how can the pole cling to the horizon at *sphaera recta*, when it is a movable circle? Muḥammad ibn Mūsā has described on this subject what is sufficient to invalidate this method of those who maintain it. Further, beyond what we have explained of the corruption of the basis on which they built, they drew the zodiac circle with lines joining up various points: they took the place of the declination of each sign from the equator on the lines that cut off [*taqsimu*] the ascension at *sphaera recta*; then they joined up those places by lines of various shape[s], i.e. not arcs of circles and not straight lines, but the zodiac circle takes a form similar to what the Ancients called the oven-like form [*al-shakl al-tannūrī*]. It is known among the geometers that it is only possible to draw correctly one of two lines: either a straight line or an arc of a circle. So how is it possible to say that the use of this kind [of astrolabe] is correct or how, if it were correct, could it be easy for us to obtain it and to determine the shape of the forms on the astrolabe by the demonstration they brought forward.

أقول إنه لو استُخرج فى الأسطرلاب بهذا المأخذ ميل كل دقيقة من
فلك البروج عن معدل النهار ومقدار ما يطلع به من الفلك المستقيم ورُسم
على ذلك لم يكن واقعاً بالحقيقة فضلاً عن أنه لا يمكن أحداً أن يدرك ذلك 75
فى الصنعة بل من يدَّعِ أن يقصد فى صنعة الأسطرلاب لجهة الحق والصواب
مع قليل العمل وسهولة المأخذ يتكلف صنعته على ما لا يصح ولا يوافق
الحق مع شدة مطلبه وامتناع عمله ·

وأيضاً فإن توهم أحد أنه قد يمكن أن نرسم جميع ما فى كرة الفلك فى
سطح الأسطرلاب المماس للكرة على أن نتوهم أن الكرة فسحت على 80
السطح المماس لها على احد القطبين فوقع القطب الآخر على القطب المماس
ووقع كل جزء من أجزاء الكرة موقع العمود الذى يخرج من موضعه فى
الكرة إلى مسقطه فى السطح فإن العمل بهذا الباب يستحيل أيضاً من أجل
أن فلك البروج على هذا السبيل يتشكل فى الأسطرلاب قطعتين مشابهتين
بالتقريب لقطع الشكل التنورى · 85

ونمثل لذلك دائرة ابجد على مركز ه ونخرج قطريها يتقاطعان على
زاوية قائمة فإن توهمنا أن دائرة ابجد مساوية لدائرة معدل النهار فى

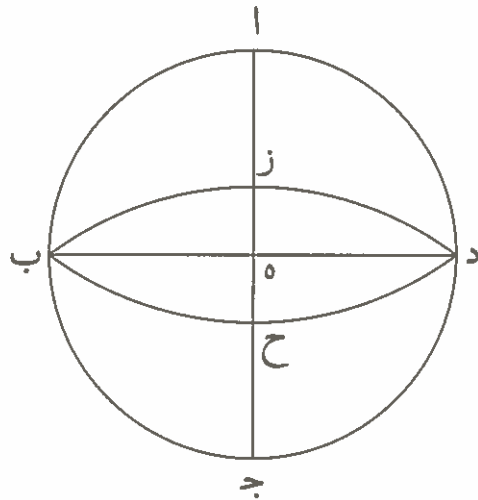
73 إنه] om. BS   73 ميل] مثل C, corr. ex مثل BD   74 من] فى BTS   75 ذلك] ما add. T   76 الجهة] بجهة S
75 يكن] يمكن S   75 أحداً] أحد CB, لأحد S   76 من] om. T   76 يقصد] يقصده B
77 وسهولة] سهل CBDS   77 يتكلف] ويتكلف CBTDS   77 على] om. BS   78 مع شدة مطلبه] om. S
79 قد] om. BS   80 فسحت] فتحت S   82 موقع] بموقع CBD   83 فإن] add. et del. B
83 الباب] الكتاب BS   83 يستحيل] مستحيل BS   83 من] supra T   84 السبيل] التشكيل C, الطريق T
84 مشابهتين] متشابهتين CBTDS   85 لقطع] بقطع T   85 التنورى] الشُودى B, السودى S
86 ونمثل لذلك] ونجعل الفلك C   86–87 على مركز ... ابجد] marg. T   87 زاوية] زوايا D



*I say:* if there were determined on the astrolabe by this method the declination of each minute of the zodiac from the equator and the quantity of what it rises with of the *sphaera recta*, and it were drawn like that, it would not come out according to reality; besides, nobody could attain that in making [it]. But he who pretends to strive after making the astrolabe according to truth and correctness, with little work and an easy method, burdens himself with making it according to what is not correct and does not correspond to the truth, however eagerly he tries, while it is impossible to make it.

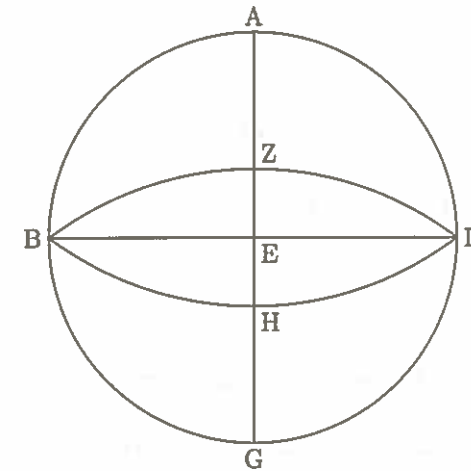
Again, if someone imagines that it would be possible to draw all that is on the sphere of the heavens on the plane of the astrolabe tangent to the sphere on the assumption that the sphere is spread out on the plane tangent to it at one of the poles, and so the other pole falls upon the "tangent" pole and each of the degrees of the sphere becomes [so to say] a perpendicular starting out at its place on the sphere to its foot-point on the plane, then the operation in this way is also impossible because the zodiac in this way takes on the astrolabe the form of two sections approximately similar to the sections of the oven-like form.

As an example of that [we draw] circle *ABGD* about centre *E* and we draw its diameters intersecting at a right angle. If we imagine that circle *ABGD* is equal to the equator circle in

الكرة وأقمنا الكرة على سطح ا ب جـ د وجعلنا أحد القطبين على نقطة ه
تبين أن قطر الكرة الذى يصل بين القطبين عمود على سطح دائرة ا ب جـ د

90 على نقطة ه وأن الكرة إذا قسمت ووضع النصف الأعلى منها على النصف
الأسفل الذى يلى السطح ووقعا جميعاً على السطح فوقع القطبان جميعاً
على نقطة ه ووقعت دائرة معدل النهار على دائرة ا ب جـ د ولم تفضل
إحداهما على الأخرى ووقع فلك البروج فى السطح كهيئة شكل د ز ب ح
لأنه يميل عن معدل النهار فى الجهتين بمقدار واحد وتقع الدائرة المخطوطة
95 على أقطاب الفلكين فى الكرة على خط ا جـ فى السطح فيكون كل واحد من
خطى ا ز جـ ح فى السطح هو الجيب المنكوس لقوس الميل كله وكل واحد من
قوسى الميل وقعت على جيبها المنكوس من خط ا جـ فخطا ه ز ه ح متساويان

88 وأقمنا الكرة ] om. C, اقمنا الكرة D   89 تبين ] سن T   89 عمود ] عموداً C   90 قسمت ] كانت مسحت T, فتحت S; اذا مسحت infra T   91 ووقعا ] وقعا C   91 على ... السطح ] om. CD   93 إحداهما ] أحدهما B   93 شكل ] supra B   93 د ز ب ح ] جز ب ح D   96 واحد ] واحدة D   97 فخطا ] فخط BS



the sphere and set up the sphere on plane *ABGD*, putting one of the two poles at point *E*, it is clear that the diameter of the sphere that joins the poles is perpendicular to the plane of circle *ABGD*

[Fig. 7.2]

at point *E* and that, when the sphere is divided and the upper half of it is placed on the lower half, which is near the plane, and they fall together on the plane, then the two poles together fall on point *E*, and the equator-circle falls on circle *ABGD*, neither of them protruding over the other, and the zodiac falls in the plane like the figure *DZBH*, because it is inclined from the equator on the two sides in the same quantity, and the circle drawn through the poles of the two circles [*al-falakayn*] in the sphere [*al-kura*] falls on line *AG* in the plane. Each of the lines *AZ GH* in the plane is the versed sine of the arc of the total declination, and each of the two arcs of declination falls on its versed sine on line *AG*. So lines *EZ EH* are equal;

فإذا كانت نقطة زَ رأس السرطان ونقطة حَ رأس الجدى فقد وجب أن يكون
مدار السرطان مساوياً لمدار الجدى هيئتهما فى بسيط الكرة وهذا مما
100 يستحيل أيضاً فى السطح ولا يمكن العمل به إلا أن نقتصر فى هذا الباب
على وضع ما فى أحد نصفى الكرة فقط إما الشمالى وإما الجنوبى فى سطح
الأسطرلاب فيمكن أن يقع صحيحاً مع عسر رسمه وصعوبة تخطيطه إذ لم
يكن دائرة ولا قسياً متشابهة كمثل ما بينا فى تشكيل فلك البروج فى الباب
الذى قبل هذا ·

105 فقد تبين أنه غير موجود أن تكون لصنعة الأسطرلاب على الحقيقة
جهة يعمل بها مخالفة لما وصفنا وقد أتينا فيما وصفنا على تبيين جميع ما
يمكن القول فيه من علة الأسطرلاب وصفة صنعتها بما رسمنا فى الجداول
لجميع نواحى الأقاليم وذلك ما لا يحتاج إلى أكثر منه وإن أحد أراد أن يعمل
الأسطرلاب لموضع من الأرض مما يجوز عرضه خمسين جزءًا إلى تسعين
110 جزءًا ففيما وصفنا لاستخراج ذلك من الجداول المفردة لهذا ما يستدل به
على ذلك بإذن الله ·

---

99 مدار ] مقدار BS; رأس add. T   99 مساوياً ] مساوى B   99 لمدار ] لقدار BS   99 هيئتهما ] هيئتها
S   100 به ] om. B   100 فى² ] من BS   101 سطح ] السطح T   103 تشكيل ] شكل CD, تسكل T
106 مخالفة ] مخالفاً C   106 وصفنا¹ ] سنا (وصفنا infra) T   106 أتينا ] اثبتنا B, اتينا (سنا infra) T   107 بما ] ما
C   108 ما ] مما BS   108 أحد أراد ] tr. TS, احداً اذا اراد D   109–110 مما ... تسعين جزءًا ] om. C
110 وصفنا لاستخراج ] لا يستخرج B, يستخرج S   110 وصفنا ] وضعنا T   110 الجداول ] الجدول BTS
110 المفردة ] المفرد B, om. S   110 لهذا ] om. T   111 على ] كل add. T   111 بإذن الله ] الله والتوفيق
بعون T   111 الله ] وبه القوة والعون add. B; تعالى add. DS



and when point $Z$ is the beginning of Cancer and point $H$ is the beginning of Capricorn, it is necessary that the course of Cancer is equal to the course of Capricorn, as they are in the surface of the sphere. This is what is also impossible in the plane and it is not possible to work with it, except when we restrict ourselves in this matter to placing what is on one of the halves of the sphere alone, either the northern or the southern, on the plane of the astrolabe. It is possible that it comes out correctly, although it is hard to draw and difficult to delineate, since it is not a circle and not similar arcs, as we have explained in the formation of the zodiac in the chapter before this one.

It is clear that for making an astrolabe according to truth there exists no way by which it could be made different from what we have described. In our description we have exhausted the explanation of all that can be said about it of the rationale of the astrolabe and the mode of making it through what we have laid down in the tables for all the regions of the climates. This is what suffices on this matter. But if someone wants to make an astrolabe for a place on Earth with latitude between 50 and 90 degrees: in what we have described to obtain that from the tables specifically made for this there is what will lead him to that, if God allows (be He exalted).

# Appendix 1

**Variant Passages in S, B and T**

*Variant Passages in* S

1. The beginning of the text: cf. Introduction, lines 1–30

بسم الله الرحمان الرحيم

الحمد لله الذى لا يبلغ أداء حمده الحامدون وشكراً لنعمه فوق ما شكره
الشاكرون وصلوته على محمد النبى الكريم الذى أثنى عليه فى كتابه العزيز
الحكيم فقال مادحاً له «وإنك لعلى خلق عظيم» وعلى آله المنتجبين صلوة
متصلة إلى يوم الدين، أما بعد فلما كان الأسطلاب أشرف آلة وضعت فى علم 5
الفلك وطريقه أوضح طريق لمن فى هذا الفن سلك أجبت أن أجمع علمه فى
رسالة موضحة قريبة المسلك فوضعت ما بلغ الاجتهاد إليه ووقع عند التحير
الاختيار عليه وسميته بالكامل وجعلته مشتملاً على سبعة أنواع ·

2. Chapter 2, lines 73–137

وإذ قد وضح ما قد بينا فلنبين كيف تتشكل دوائر الآفاق فى سطح
الأسطرلاب فنعيد الصورة ونجعل قوس اط مساوياً لتمام عرض البلد
فتكون نقطة ط محل تقاطع دائرة الأفق مع فلك نصف النهار ويكون خط
طك قطر الأفق فى الكرة للبلد المفروض وتكون قوس كد ارتفاع القطب
عن الأفق وتكون دائرة الصفيحة المخطوطة على قطر زل أفق البلد والبرهان 5
على ذلك شبيه لما تقدم ·

6 أجمع] ان *add.et del.* MS  8 أنواع] ١ تام كتاب *marg.*



1. cf. Introduction, lines 1–30

In the name of God, the Merciful, the Compassionate.

Praise to God, the performance of Whose praise the praisers do not reach, and thanks for His benefactions above the thanks given by the thankers. His blessing upon Muḥammad, the noble Prophet, whom He lauded in His glorious and wise book – He said, praising him, "You are verily of an excellent nature"[1] – and on his chosen family unceasing blessing until the Day of Judgement. Hereafter: since the astrolabe is the noblest instrument invented in the science of astronomy and its method the clearest method for whoever pursues this art, I agreed to assemble its knowledge in an explanatory treatise easy to understand. I laid down what my endeavours arrived at and that on which the choice fell in case of uncertainty, and I called it *al-Kāmil* ["The Perfect One"] and made it contain seven chapters [*naw*ʿ].

2. Chapter 2, lines 73–137

Since what we have set out earlier is clear, let us show how the horizon circles are formed in the plane of the astrolabe. We repeat the diagram. We make arc $AT$ equal to the complement of the latitude of the locality. So point $T$ is the place of the intersection of the horizon circle with the meridian circle. Line $TK$ is the diameter of the horizon in the sphere for the assumed locality. Arc $KD$ is the altitude of the pole above the horizon. The circle on the plate drawn on diameter $ZL$ is the horizon of the locality. The proof for that is similar to what has preceded.

[1] From the *Qur'ān* 68, 4.

وإذ قد وضح ما قد بينا فلنبين كيف تتشكل دوائر المقنطرات فى
سطح الأسطرلاب فنقول إن من البين أن قوس ط د ك نصف الظاهر من فلك
نصف النهار فى الأفق المفروض فنجعل قوسى ط س ك ن مساويين للارتفاع
10 المفروض فنصل بين س ن بخط فهو قطر لمقنطرة ذلك الارتفاع فى الكرة
ونخرج خط ب س ع ب ن ف ليلقى خط ز د على نقطتى ع ف فخط ع ف
قطر لهذه المقنطرة فى صفيحة الأسطرلاب فننصف خط ع ف على ص فندير
على ص ببعد ص ف دائرة فهو المقنطرة المفروضة وعلى مثل ذلك ترسم جميع
المقنطرات لجميع الآفاق وبرهان ذلك نظير لما مر ·

3. Chapter 5, lines 88–96 (كهيئة ... البروج)

<*lac.*> ذلك فإنا نحتاج إلى تحرير الصفيحة لكى <*lac.*> الكواكب وما
يصل بعض ذلك بعض إلى بعض فنقول ننظر أولاً إلى الكواكب الشمالية
وهو ما وقع داخل فلك البروج فما كان منها أى من الكواكب الشمالية قريباً
من الدائرة الصغيرة التى تديرها على القطب أضفناه إلى تلك الدائرة كهيئة ما
5 أضفنا النسر الواقع والفكة إلى الدائرة الصغيرة وما كان من الكواكب قريباً
من فلك البروج أضفناه إلى فلك البروج كهيئة ما أضفنا النسر الطائر
ورجل الجوزاء ومنكب الفرس إلى فلك البروج ·

9 مساويين ] *sic MS* 11 خط ] *sic MS* 11 ليلقى ] *sic MS* 4 التى ] *supra* 4 الدائرة ] *vix leg.*
5 النسر ] *supra* 7 ورجل ] *corr. ex* ويد



Since what we have set out earlier is clear, let us show how the almucantar circles are formed in the plane of the astrolabe. We say: it is clear that arc *TDK* is half of the visible [part] of the meridian circle in the assumed horizon. So we make arcs *TS KN* equal to the assumed altitude. We join *SN* with a line: it is a diameter of the almucantar of that altitude in the sphere. We draw lines *BSO BNF* to meet line *ZD* at points *O F*. So line *OF* is a diameter of this almucantar in the plate of the astrolabe. We halve line *OF* at *C*; about *C* [and] with distance *CF* we draw a circle: it is the assumed almucantar. According to this procedure are drawn all the almucantars for all the horizons. The proof of that is the analogue of what came [earlier].

3. Chapter 5, lines 88–96

... that, because we need to inscribe the plate so that ... the stars and what joins some of them to each other. We say: first we look at the northern stars, that is, what falls inside the zodiac. Those of them, i.e. of the northern stars, that are near the small circle which you drew about the pole, we attach to this [circle], as we attached *al-nasr al-wāqi'* and *al-fakka* to the small circle. Those of the stars that are near the zodiac we attach to the zodiac, as we attached *al-nasr al-ṭā'ir*, *rijl al-jawzā'* and *mankib al-faras* to the zodiac.

*Addition in* **B** *at the end of Chapter 4*

استخراج خط نصف النهار من ظل العضادة ، ونأخذ السمت من الصفيحة،
مثال ذلك لتفهمه إذا أخذت الارتفاع فانظر كم خرج له من السمت فإذا
علمت السمت كم هو قبل نصف النهار فكان السمت خرج خمسين فضع
مرى العضادة على خمسين فيما بين بَ إلى جَ ثم حرك الأصطرلاب حتى
يتبين الكرسى فيكون خط بد حينئذ هو خط نصف النهار ، وإن كان 5
قياسك بعد الزوال فضع المرى على خمسين فيما بين بَ إلى آ وافعل مثل
فعلك الأول فخط دب أيضاً هو خط نصف النهار وكذلك فى جميع العروض
فاعمل على هذا المثال الذى مثلته لك فخط دب أبداً هو خط نصف النهار ·

4 مرى] مورى *hic et saepius* C 7 هو] مثل *add. et del.* B



*Addition in* **B**

Obtaining the meridian line from the shadow of the alidade. We take the azimuth from the plate. *Example* to understand it: when you have taken the altitude, see how much of the azimuth emerges for it. When you know how much the azimuth is before midday and the azimuth emerges as [say] 50, place the pointer of the alidade at 50, between *B* and *G*; then move the astrolabe until the throne [*al-kursīy*] becomes visible. Then line *BD* is [in the place of] the meridian line. If your sighting is after noon, place the pointer at 50, between *B* and *A*, and do as you did in the first case. Then line *DB* is again the meridian line. The same applies to all latitudes. Proceed according to this example, which I have given you: line *DB* is always the meridian line.

*Extra table in* T *(f. 45r)*

| مقنطر<ا>ت عرض لَ الجنوبي | | | | |
|---|---|---|---|---|
| الأجزاء | الأبعاد | | الأنصاف | |
| افق | ه | يو | لط | يح |
| و | و | كج | مط | كه |
| يب | ز | لج | سه | مط |
| يح | ح | مد | صز | نا |
| كد | ى | ا | قصب | لب |
| ل | يا | ك | ة | ة |
| لو | يب | مو | قفا | ح |
| مب | يد | يو | فو | كا |
| مح | يه | نه | ند | ه |
| ند | يز | ما | لز | كج |
| س | يط | لط | كو | نا |
| سو | كا | مط | يح | ن |
| عب | كد | يو | يج | كح |
| عح | كز | ج | ح | لج |
| فد | ل | يه | د | ى |
| سمت | لد | ب | ة | ة |

| Southern almucantars of lat. 30 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| degrees | distances | | halves | |
| hor. | 5 | 16 | 39 | 18 |
| 6 | 6 | 23 | 49 | 25 |
| 12 | 7 | 33 | 65 | 49 |
| 18 | 8 | 44 | 97 | 51 |
| 24 | 10 | 1 | 192 | 32 |
| 30 | 11 | 20 | 0 | 0 |
| 36 | 12 | 46 | 181 | 8 |
| 42 | 14 | 16 | 86 | 21 |
| 48 | 15 | 55 | 54 | 5 |
| 54 | 17 | 41 | 37 | 23 |
| 60 | 19 | 39 | 26 | 51 |
| 66 | 21 | 49 | 18 | 50 |
| 72 | 24 | 16 | 13 | 28 |
| 78 | 27 | 3 | 8 | 33 |
| 84 | 30 | 15 | 4 | 10 |
| zen. | 34 | 2 | 0 | 0 |

***Notes***

1. Against the entry for altitude 30° is خط مستقيم (straight line), against lower altitudes الشمال (north), and against higher altitudes الجنوب (south).

2. With one exception the entries are exact, as calculated from Table 1, rounding, where necessary, being rounding up. In the entry for the semidiameter for 66° we find 18;50, but 19;19 (after rounding down) would be correct. The calculation is $\frac{1}{2}[f(144) - f(96)]$, where $f$ is the function tabulated in Table 1. No reasonable misreading of table entries for $f(144)$ explains the error. The same goes for $f(96)$, anyway an unlikely source of error, since the correct value, 21;49, appears as the "distance" of the 66° almucantar. A possible explanation of the error is the dropping of 1 in the subtraction of $f(96)$ from $f(144)$.

# Appendix 2

## Titles and Colophons

*Titles*

Manuscripts **CBMLP** begin with *qāla Aḥmad ibn Muḥammad* ... directly after the *basmala* and religious formulae. For the beginning of S, see Appendix 1. For T and D we do not have a beginning. K has, before *qāla*:

كتاب أحمد بن محمد بن كثير الفرغانى المعروف بالكامل فى صنعة
الأسطرلاب الشمالى والجنوبى وعللهما بالهندسة والحساب ·

*Colophons*

C تم كتاب أحمد بن محمد بن كثير فى صنعة الأسطرلاب والبرهان عليها،
على يد الفقير إلى رحمة ربه عز وجل محمد بن يعقوب بن على المالكى
مذهباً مما علقه لنفسه فى شهور سنة ٧٧٨ هجرية والحمد لله رب العالمين
حمداً يوافى نعمه ويكافى مريده (؟)، وصلى الله وسلم على خير خلقه محمد
وآله وصحبه والحمد لله رب العالمين وحسبنا الله ونعم الوكيل ·

B تم الكتاب وهو سبعة أنواع بالتمام ·

T تم الكتاب والحمد لله على نعمائه ·

S وبتمام ذلك تم كتاب الكامل بحمد الله وعونه وكان الفراغ منه يوم
الأربعاء الرابع من شهر ربيع الأول أحد شهور سنة ثلاثة وخمسين وستمائة
من الهجرة ·



*Title in* **K**

The book of Aḥmad ibn Muḥammad ibn Kathīr al-Farghānī known as *al-Kāmil* [The Perfect One] on making the northern and southern astrolabe[s] and their rationales, geometrically and arithmetically.

*Colophons*

**C** Finished is the book of Aḥmad ibn Muḥammad ibn Kathīr on making the astrolabe and the proof of it, by the hand of the one needing the compassion of his Lord – mighty and exalted is He –, Muḥammad ibn Ya'qūb ibn 'Alī, of the Malikite school, from what he wrote for himself, in the months of the year 778 Hijra [1376-77 AD]. Praise to God, Lord of the worlds, adequate to His benefactions and corresponding to [...]. Blessings of God and peace on the most excellent of His creatures, Muḥammad, and his family and his companions. Praise to God, Lord of the worlds. God is sufficient for us and He is the best advocate.

**B** Finished is the book. It is seven chapters altogether.

**T** Finished is the book. Praise to God for His grace.

**S** And with the end of that is finished the book *al-Kāmil* with the praise of God and His help. It was finished on Wednesday, the fourth of the month of Rabī' al-Awwal, one of the months of the year 653 of the Hijra [13 April 1255 AD].

D تم كتاب أحمد بن محمد بن كثير فى صنعة الأسطرلاب والبرهان عليها، والحمد لله رب العالمين وصلى الله على سيدنا محمد النبى وآله وسلم تسليماً فرغه كتابةً وتسطيراً الفقير إلى الله تعالى على بن حامد بن أبى بكر البويطى فى عام ثلثة وثمانين وسبعمائة للهجرة غفر الله له ولوالديه ولجميع المسلمين آمين ٠

M وعلى الله التوفيق ولله الحمد والشكر وصلى الله على سيدنا محمد وآله وصحبه أجمعين ٠

L تم الكتاب بحمد الله وحسن توفيقه وصلاته على جميع أنبيائه الكرام والحمد لله وحده على نعمائه ٠

K تم الكتاب بعون الله الوهاب ٠

P ا<لـ>كتاب تمت تمام سنة ١١٠٧ ٠



D Finished is the book of Aḥmad ibn Muḥammad ibn Kathīr on making the astrolabe and the proof of it. Praise to God, Lord of the worlds. God bless our lord Muḥammad, the Prophet, and his family and give [them] peace. Finished has the writing and transcribing the one in need of God (be He exalted), ʿAlī ibn Ḥāmid ibn Abī Bakr al-Buwīṭī, in the year 783 of the Hijra [1381-82 AD]. May God forgive him and his parents and all the Muslims. Amen.

M Success comes from God; to God be praise and thanks. God bless our lord Muḥammad, his family and his companions, all of them.

L Finished is the book, with praise to God and His good success. His blessings be upon all His noble prophets. Praise to God alone for His grace.

K Finished is the book with the help of God, the Giver.

P The book is completely finished [in the] year 1107 [Hijra = 1695-96 AD].

# Appendix 3

## Ibn al-Ṣalāḥ

### On Projection (excerpt)

Excerpt from Ibn al-Ṣalāḥ, *Kitāb fī kayfīyat tasṭīḥ al-basīṭ al-kurī*, MS Istanbul, Topkapı Sarayı, Ahmet III 3342, 55v–56v. MS Süleymaniye Kütüphanesi, Carullah 2060, 143v ff., has been consulted for doubtful readings.

فنظرت الكتب المؤلفة فى هذا الفن وهى الموجودة فى زمانى نحو ... وكتاب
الفرغانى الموسوم بعلل وعمل الأسطرلاب ... فوجدتها على غير ما أشار إليه
وذلك أن العلم فى بعضها مدمج من غير إيضاح كيفية العمل ... وفى بعضها
العلم مقصر والعمل بطريق شاق نحو كتاب الفرغانى فإنه يقدم مقدمات
بعضها لا يحتاج إليها إذا حقق النظر وهى المقدمة الأولى وبعضها وهى 5
المقدمة الثانية يخصص فيها الموضوع مع عموم حكمه لأنه يشرط فيه وقوع
المخروط فى الكرة وهو شرط زائد لا يحتاج إليه لأن المخروط وإن لم يكن
فى كرة محكمة هذا الحكم < ... > وأسقط شرطاً يحتاج إليه وهو قطع
المخروط بسطح يمر على رأسه ويقوم على قاعدته على زوايا قائمة واستعمل
هذا الشرط بعينه فى البرهان بفصل المخروط على أقصر الضلعين ومهما لم 10
يشترط ذلك فى الأول لم يصح على ما فى الشكل الخامس من المقالة الأولى
من كتاب المخروطات لأبلونيوس وكذلك أيضاً فى بعض هذا الشكل يرد
بعض مقدماته وهى التى يكون فيها القطع موازياً لقاعدة المخروط إلى كتاب
محمد بن موسى المنجم فى الكرة وهذا هو الشكل الرابع من المقالة الأولى
من كتاب أبلونيوس فى المخروطات فيظهر من ذلك أنه لم يقف على كتاب 15
أبلونيوس فى المخروطات ومهما لم يقف على هذا الكتاب لم يمكن استيفاء
القطوع التى يحاولها معلومة فى هذا الكتاب بل على طريق جزئى كما يظهر

17 القطوع ] Carullah 2060: القطع MS Ahmet III 3342



I investigated the books written on the subject that are available in my time, such as ... and the book of al-Farghānī entitled "Theoretical Principles [*'ilal*] and Construction [*'amal*] of the Astrolabe" ... I found them [to be] different from what [my patron] was asking for, because in some of them the theory [*al-'ilm*] is introduced without explanation of the way of construction ... and in some the theory is too short and the construction is toilsome, as in the book of al-Farghānī. For he delivers lemmas of which some, on exact study, are unnecessary – like the first lemma –; and others, like the second, where he makes the matter particular although it is quite generally applicable, since he makes in it the placing of a cone in a sphere a condition – but that is a superfluous condition, which is not needed, because the cone, even if it is not in a sphere made according to this rule, < ... >[1] and he omits a condition that is needed, i.e. the intersection of a cone with a plane that goes through its apex and stands perpendicular to its base. He uses this very condition with the proof in the section of a cone on the shorter of [its] two sides. Since he does not make that a condition in the first [case], it is not correct by Proposition 5 of Book I of the book on con[ic section]s by Apollonius. Similarly, in a part of this proposition he also traces one of his lemmas, namely the one in which the intersection is parallel to the base of the cone, back to the book of Muḥammad ibn Mūsā al-Munajjim on the sphere. But that is the fourth proposition of Book I on con[ic section]s by Apollonius. From this it becomes clear that he had not read Apollonius' book on con[ic section]s. In so far as he has not read this book, he is not fully able to understand the sections which he aims at and which are made known in this book, but only partially, as is clear

[1] Here there is an anacoluthon.

من كلامه وكذلك فى مطالب عدة لا يذكر البرهان عليها فى كتابه مع غموضها
واستعماله إياها منها أنه فى الأسطرلاب الجنوبى لم يبين لم كانت مقنطرة
عرض البلد خطاً مستقيماً موازياً لأفق الاستواء ولم كانت المقنطرات التى 20
ارتفاعها دون عرض البلد محيطة بدائرة الأفق والمقنطرات التى هى أكثر من
عرض البلد غير محيطة بهذه المقنطرات ولا هذه المقنطرات محيطة بها بل قال
فى النوع السادس من كتابه ينبغى أن تعلم أن مقنطر عرض البلد يقع خطاً
مستقيماً ثم ذكر كيفية رسمها وغيرها من المقنطرات وحدد جهاتها من غير
برهان وفى سائر أعماله يذكر مسطرة مقسومة بالأجزاء وأجزائها لكى يطابق 25
بها الأعداد المذكورة فى الجداول وهى طريقة شاقة ويقع فيها من التفاوت ما
لا يقع فى قسمتنا محيط الدائرة واستخراجنا الخطوط منها ثم زيف فى النوع
السابع من كتابه آراء القائلين بالتسطيح على غير الوجه الذى ذكره وقد
ذكرنا تزييف رأيه فى أكثر ذلك عند كلامنا فى الأسطرلاب المبطخ .



from his words. Similarly, in several topics he gives no proof for them in his book, although they are obscure and [although] he applies them. To them belongs that for the southern astrolabe he does not explain why the almucantar of [altitude equal to] the latitude of the place is a straight line parallel to the horizon of the equator [*ufq al-istiwā'*], and why the almucantars whose altitude is less than the latitude of the place surround the horizon circle and [why] the almucantars which are greater [in altitude] than the latitude of the place do not surround these almucantars nor do these almucantars surround them. Moreover, he says in Chapter 6 of his book, "You must know that the almucantar of the latitude of the place appears as a straight line". Then he describes how one draws it and the other almucantars and establishes their directions without proof. In his other [instructions for] making [the instrument] he mentions a rule divided into parts and their parts, so that it conforms in them to the values given in the tables. That is a laborious method and in it comes a deviation that does not come about with our dividing of the circumference of the circle and our obtaining of the lines from it. Further, in Chapter 7 of his book he considered false the opinions of those who teach projection in a way different from that which he had mentioned. I have mentioned the falseness of his opinion on most of that in my treatment of the melon-shaped astrolabe.

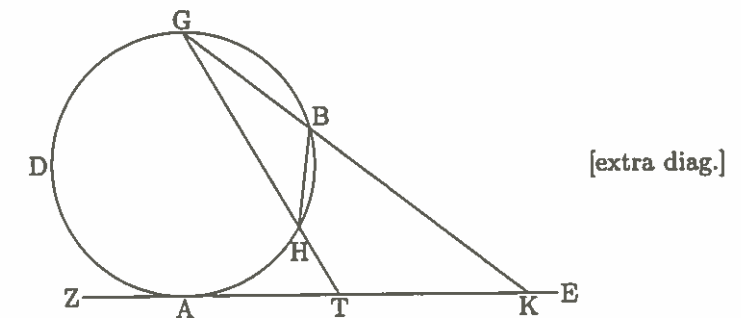
# Mathematical Summary

This summary is intended to reproduce as closely as possible the mathematical content of the text. Sometimes square brackets, [ ... ], are used to include material only implicit in the text. Some lengthy enunciations are here represented by short statements including diagram letters. Some of the diagrams are modernized and occasionally extra diagrams are supplied. In all cases their origin is indicated on the right in square brackets; the same numeration is used as in the translation, preceded by "cf." if the diagram has been modified. Some diagrams contain information given in the text as construction – in which case the information is usually not explicitly given again. Occasionally, a short summary of a theorem is given after the theorem itself. For the most part, descriptive passages are radically abbreviated.

### *Chapter 1: Mathematical preliminaries*

*[Proposition 1 – lemma]*

Draw $\odot ABGD$ and diameter $AG$
Through $A$ draw $EZ$ tgt to the circle
Draw $BH$ anywhere in the circle
Draw $GB$ $HG$ and produce them to $K$ $T$ on line $EZ$

[extra diag.]

*I say:* $\triangle GKT \sim \triangle GHB$, [i.e.] $T\hat{K}G = G\hat{H}B$ and $K\hat{T}G = H\hat{B}G$

*Proof:* draw $BL \perp AG$; draw $AB$
$A\hat{B}G$ is rt., $\because$ it is subtended by the diam. of a circle

$\because BL \perp AG, \therefore \triangle ABL \sim \triangle LBG \sim \triangle ABG$
$\therefore L\hat{B}G = B\hat{A}G$

[cf. Fig. 1.1]

But $L\hat{B}G = A\hat{K}G \because AK \parallel LB$
$\therefore A\hat{K}G = B\hat{A}G$
And $B\hat{A}G = B\hat{H}G$, $\because$ they are on same arc
$\therefore A\hat{K}G = B\hat{H}G$
$B\hat{G}H$ is common [to $\triangle$s $TKG$ $BHG$]:
$\therefore$ there remains $H\hat{B}G = K\hat{T}G$ QED

*[Proposition 2] The intersection of the plane tangent at Z and the cone of apex A and base ⊙BGD, on the sphere, is a circle.*

[extra diag.]



Cone $ABGD$, of base $\odot BGD$ (diam. $BD$) and apex $A$ is contained by sphere $ABZHE$
Draw $AZ$, diam. of sphere
$TQY$ is tgt plane through $Z$
The surface of the cone of apex $A$ and base $BGD$ is produced to plane $TQY$. The c.s. is $KLTN$

[cf. Fig. 1.2]

*I say:* $KLTN$ is a circle

*Proof:* plane $\odot ABZH$ bisects both sphere and cone; produce it to plane $TQY$
$\odot ABZH$ is c.s. of the sphere and the plane $[AZT]$[1]. Its diam. and diam. of sph. is $AZ$
$\triangle ABD$ is the c.s. of the cone and plane $[AZT]$
Line $TY$ is c.s. of plane $TQY$ and plane $[AZT]$
$TK$ is the c.s. of $KLTN$ and plane $[AZT]$

[1]This plane is here and elsewhere characterized as "the plane that cuts ...", with various objects of "cuts".

$AB$ is the shortest line from $A$ to base $BGD$ and $AD$ is the longest
Bisect $TK$ at $M$
Take [$L$] anywhere on $KLTN$: we shall show that $ML = KM$
Draw $ML$, $KL$, $LT$
Produce the cone and plane [$AZT$]
Let plane $SLO$ [1] cut plane $KLTN$, [2] cut the cone at $L$ and [3] $\parallel$ [plane] $\odot BGD$
$\therefore$ figure $SLO$ is a circle, as Muḥammad ibn Mūsā proved[2]
Let $SO$ be the c.s. of $\odot SLO$ and plane $AZT$
Let $SO$ intersect $KT$ at $F$
But plane $AZT$ cuts the planes of circles $BGD$ $SLO$, which are parallel and in one cone; $DB$ and $SO$ are the c.s.s
$DB$ is a diam. of $\odot BGD$: $\therefore$ $SO$ is a diam. of $\odot SLO$[3] [i]
Planes $KLTN$ and $SLO$ intersect at $L$; they $\perp$ plane $AZT$ on $TK$ $SO$
$\therefore$ their c.s. $\perp$ plane $AZT$ (Euclid [XI 19]): it is $LF$ [ii]
$A\hat{Z}T$ is rt., $\because$ $AZ \perp$ tgt plane $TQY$
Now $Z\hat{T}A = A\hat{D}B$ by Prop. [1]
And $A\hat{D}B = A\hat{S}O$ [$\because$ $BD \parallel SO$]
$\therefore$ $A\hat{S}O = Z\hat{T}A$
And $K\hat{F}S = T\hat{F}O$
$\therefore$ there remains [in $\triangle$s $TOF$ $SKF$] $T\hat{O}F = S\hat{K}F$
$\therefore$ $\triangle SFK \sim \triangle FTO$
$\therefore$ $KF \cdot FT = SF \cdot FO$
But $SF \cdot FO = LF^2$, $\because$ $LF \perp SO$ [by ii] and $SO$ is a diam. of $\odot SLO$ [by i]
$\therefore$ $KF \cdot FT = LF^2$
$\therefore$ $K\hat{L}T$ is rt.[4]

[2] In Ṭūsī's *Taḥrīr* of the *Kitāb maʿrifat misāḥat al-ashkāl al-basīṭa wa-l-kurīya* by the Banū Mūsā (for whom see Sezgin, *GAS* VI 246–252), this appears as Prop. X (Ṭūsī [1940], pp. 13-14). The original Arabic text appears to be lost, but in the Latin translation of it by Gerard of Cremona, which goes under the titles of *Verba filiorum* and *Liber trium fratrum*, it is also Prop. 10; see Clagett [1964], pp. 298–301. Despite Clagett's diagram (p. 299 left), the theorem is valid for any cone, not just a right circular cone. It is based on Euclid XI 16.

[3] This is proved in the same theorem (see previous note) by the Banū Mūsā.

[4] This follows either because the previous line implies that $L$ is on a circle of diam. $KT$, in which case this and the remaining lines are superfluous, or because the previous line implies that $KF : LF = LF : FT$, so that $\triangle KFL \sim \triangle LFT$, and hence, from the consequent equality of angles, $K\hat{L}F + F\hat{L}T = F\hat{T}L + L\hat{K}F$ and so must = rt.

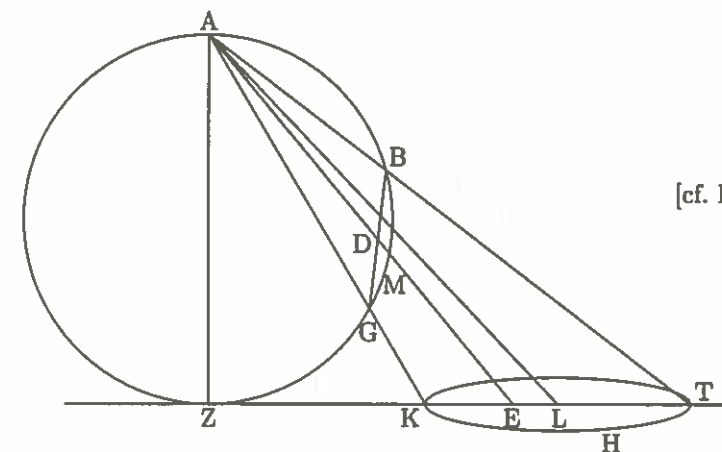


Diam. $KT$ is bisected at $M$; and from $M$ is drawn $ML$:
$\therefore$ $ML$ = each of $KM$, $MT$
$\therefore$ any line from $M$ to $KLTN$ = each of $KM$, $MT$
$\therefore$ $KLTN$ is a circle of diam. $KT$ and centre $M$

*[Summary of argument:*

Take any point $L$ on $KLT$, the image of $\odot BGD$ in the tgt plane.
Draw a plane through it and parallel to plane $\odot BGD$
This cuts the cone in a circle, $\odot SLO$, of diam. $SO$
$LF$, the c.s. of plane $SLO$ and the tgt plane, $\perp$ plane $AZT$
$A\hat{S}O = A\hat{D}B = Z\hat{T}A$ [$\because$ $SO \parallel BD$ and by Prop. 1]
$\therefore$ $\triangle SFK \sim \triangle TFO$
$\therefore$ $KF \cdot FT = SF \cdot FO$, and this $= LF^2$ ($\because$ $LF \perp$ diam. $SO$ of $\odot SCO$)
$\therefore$ $L$ is on circle of diam. $KT$ – and the same for all points $L$]

*[Proposition 3] The line from the apex of the cone through the centre of the base does not pass through the centre of [the image of the base] on the tangent plane.*

We repeat the diagram
Bisect diam. of base of cone [now $BG$] at $D$
Draw $AD$ and produce it to cut $TK$ at $E$
Let $EA$ cut $\odot[ABGZ]$ at $M$

[cf. Fig. 1.3]

Line $GB$ is bisected at $D$; $AD$ has been drawn ending at line [$KT$] and [as will be proved] not passing through the centre of $\odot[THK]$

$\therefore\ \widehat{GM} < \widehat{MB}$[5]

$\therefore\ G\hat{A}M < M\hat{A}B$

From $M\hat{A}B$ let $B\hat{A}L$ be cut off $= G\hat{A}M$

*I say:* $L$, on line $TK$, is the centre of $\odot KHT$

*Proof:* $T\hat{A}L = G\hat{A}D$ and $L\hat{T}A = D\hat{G}A$ [by construction, by Prop. 1]

$\therefore$ there remains $G\hat{D}A = A\hat{L}T$ [from $\Delta$s $ALT$ $ADG$]

$\therefore\ \Delta ALT \sim \Delta ADG$

$\therefore\ GA : AT = GD : TL$

But, from above, $GA : AT = BG : TK$ [$\because \Delta ABG \sim \Delta AKT$ and Prop. 1]

$\therefore\ GD : TL = BG : TK$

$\therefore$, *alternando*, $DG : GB = LT : TK$

But $GD = \frac{1}{2} BG$

$\therefore\ TL = \frac{1}{2} TK$

And $TK$ is diam. of $\odot THK$: [$\therefore$ $L$ is the centre of $\odot THK$ $\therefore$ line $AD$, from the apex of the cone through the centre of its base in the sphere, cuts diam. $TK$ at $E$, not its centre[6]

### *Chapter 2: The circles and lines of the astrolabe*

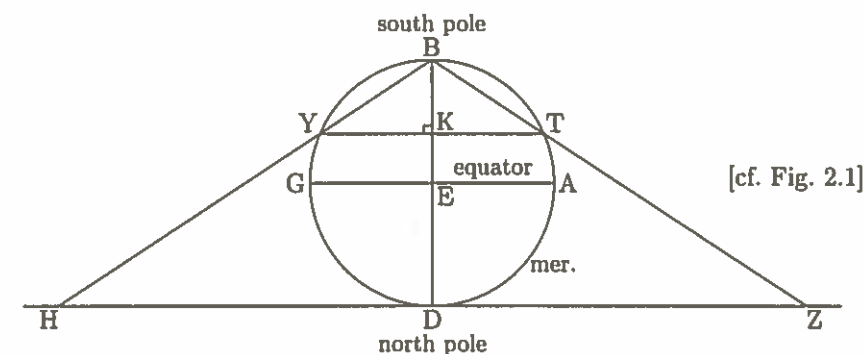
All circles on the sphere become circles or (for meridians) straight lines on the astrolabe. In the northern projection, all that occurs – e.g. complete circles – between the north pole and a parallel-circle similarly occurs in the plane [between the centre and the image of the circle]; all that occurs between the circle and the south pole does not appear on the plane. *Vice versa* for the southern. Circles that intersect the parallel- circle on the sphere intersect its image on the plate.

In the plane tangent at $D$ imagine a circle drawn about $D$ and diameter $ZH$ [as the largest circle on the astrolabe plate].

[5] No doubt because the line through the centre of $\odot ABGZ$ ($C$, say) and through $D$ would bisect $\widehat{BG}$ (say at $M'$); and $M'$ will be above $M$, because $A$ is above $C$.

[6] $L$ cannot coincide with $E$, for then $G\hat{A}M = M\hat{A}B$ (see previous note).



[cf. Fig. 2.1]

*[1] Great circles that intersect at the poles become straight lines.*

Keep $B$ fixed and rotate the chord initially $BD$ in circle $ABGD$: it goes through line $ZH$. *Or:* plane $ABGD$, when produced, intersects the plane of the astrolabe and forms a straight line as common section. Similarly with other great circles through the poles. They all intersect at $D$.

Draw $BZ$ $BH$, cutting the meridian at $T$ $Y$.

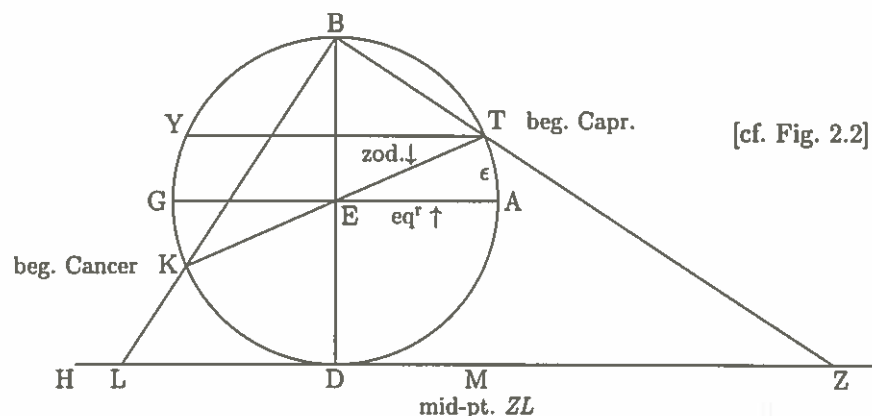
Clearly, $\widehat{AT} = \widehat{GY}$

$\therefore$ circle centre $K$ and radius $KT \parallel$ equator

Let the surface of the cone of base this circle and apex $B$ be produced to the plane tangent at the north pole: the common section is a circle centre $D$.

Since the two circles are parallel, fix point $B$ and rotate $BT$ round the circle on line $TY$: it goes through the maximum circle on the plate. The degrees whose courses cut the meridian circle [i] between $D$ and $T$ fall on the plane of the circle of diameter $ZH$ and [ii] between $T$ and $B$ do not fall on the surface of the plate. We cannot draw the south pole on the astrolabe, because the planes tangent at $D$ and $B$ are parallel. The poles are fixed, but all that falls on the surface of the astrolabe is mobile. Therefore it is impossible that both poles fall on the astrolabe.

*[2] The zodiac*

[cf. Fig. 2.2]

*I say:* $ZL$ is the diameter of the zodiac and its centre is $M$. *Proof:* rotate line $BZ$ so that it goes round the zodiac circle in the sphere. The centre of the zodiac falls outside the centre of the plate, since the zodiac on the sphere is not parallel to its representative on the plate.

*[3] Meridian circles*

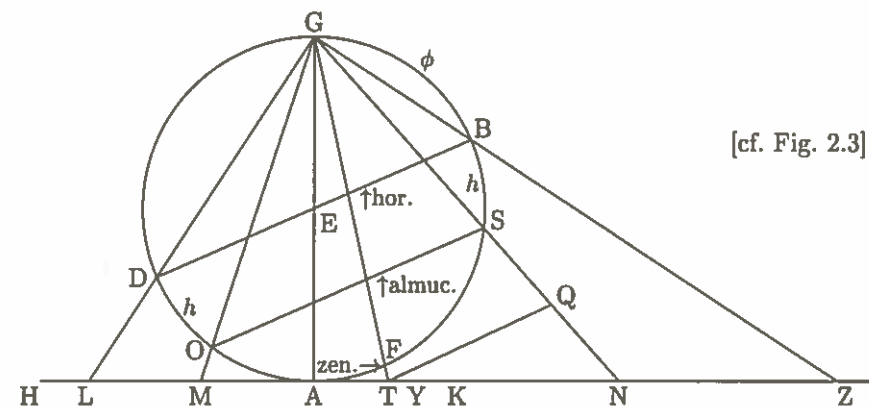
Meridian circles become straight lines through the pole. When they pass through degrees of the zodiac on the sphere, they divide the equator at the divisions of the corresponding right ascensions; in the plate lines through the centre do likewise.

*[4] Horizon and almucantars: their centres on the plate are at different points on the meridian line, all different from the zenith.*

Produce the cone, of base the horizon and of apex $G$, to the plane of the plate.
Their c.s. is a circle of diam. $ZL$
From $B$ take $\widehat{BS} = 30°$
$SO \parallel BD$: $SO$ is diam. of ⊙ of alt. 30° from hor.
Draw $GS$ $GO$ and produce them to $ZH$, cutting it at $N$ $M$: $NM$ is diam. of the almucantar



Bisect $\widehat{OS}$ at $F$: $F$ is the zenith
Draw $GF$ and produce it to $ZH$, cutting it at $T$. $T$ is the zenith and is 90° from $L$ $Z$[7]
$T\hat{G}N = T\hat{G}M$, $\because$ $\widehat{OF} = \widehat{FS}$
$GA \perp MT$
$\therefore$ $MT < TN$, $\because$ $\triangle MGT : \triangle TGN = MT : TN$ and $M\hat{G}T = T\hat{G}N$ and $GN > GM$[8]
For if $GQ = GM$ on line $GN$, and $TQ$ is drawn, lines $TG$ $GQ$ = lines $TG$ $GM$
$\therefore$ $\triangle MGT = \triangle TGQ$
And $\triangle TGN > \triangle TGQ$: $\therefore$ $[\triangle TGN] > \triangle TGM$
$\therefore$ $TN > TM$
Bisect $MN$ at $Y$. $Y$ is centre of almuc. of 30°

[cf. Fig. 2.3]

Again, $L\hat{G}M = Z\hat{G}N$, $\because$ $\widehat{DO} = \widehat{BS}$
$\therefore$, as before, $LM < ZN$[9]
$YN = YM$
$\therefore$ $YL < YZ$
Bisect $ZL$ at $K$: $K$ is centre of the hor.-⊙ in the plate

[7] This must refer to the arcs on the sphere that these distances represent.

[8] This is just stated, but may be proved: $\widehat{GD} > \frac{1}{4}$⊙$> \widehat{GB}$; $\therefore$ $\widehat{GO} > \widehat{GS}$; $\therefore$ $G\hat{S}O > G\hat{O}S$; $\therefore$ $G\hat{M}N > G\hat{N}M$ (by Prop. I 1); $\therefore$ $GN > GM$ (Eu. I 19).

[9] $\because$ $L\hat{G}M = Z\hat{G}N$, $GM < GN$ and $G\hat{M}L < G\hat{N}Z$, $\triangle GML$ may be copied within $\triangle GNZ$; $\therefore$ $\triangle GML < \triangle GNZ$; $\therefore$ $LM < ZN$.

Now the zenith is at $T$; the centre of the almuc. of 30° is at $Y$; and the centre of the hor. is at $K$. Of the almucantars, whichever is further from the zenith has its centre further from $T$ in the plate[10]

For lat. 90°, $GB = 90°$, $BD \perp AG$, and $A$ is the zenith in both sphere and plate. The almucantars are concentric, with centre $A$.

For lat. 0°, the horizon is a straight line in the plate.

### *[5] The azimuths*

As before, $\odot ABGD$, centre $E$, diam. $AEG$; $ZH$ is tangent to the circle at $A$.

$GB = \phi$; draw $BED$, the horizon
Bisect $DAB$ at $T$: $T$ is the zenith
Draw diam. $TEY$
$\therefore$ the azimuth circles in the sphere intersect at $T$ $Y$

[10] This has indeed been proved, since in the above argument no use is made of $BD$'s being a diameter.



Draw $GT$ $GY$ and produce them to $ZH$, cutting it at $Z$ $H$. These are the zenith and opp. point in the plate
Bisect $ZH$ at $K$: $K$ is the centre of the az.-$\odot$ of the rising and setting point of Aries and Libra
On the plate this az.-$\odot$ intersects the hor. circle and the hor. circle of the *sph. r.*, all at two points, because the three circles intersect on the sphere at the rising and setting points of the equinox.
Draw $LKM \perp ZH$.
*I say:* the centres of all the azimuth circles fall on $KLM$
*Proof:* The azimuth circles all go through $Z$ $H$
$\therefore$ $ZH$ is a chord of all of them.
It is bisected at $K$; $LKM$ is prod. in both directions and $\perp ZH$
$\therefore$ $LKM$ goes through the centre of all the az.-$\odot$s on the plate

### *[6] Great circles through the points of intersection of horizon and meridian*

$GB = \phi$
Draw diam. $BED$
Draw $GB$ $GD$ and produce them to line $ZH$, cutting it at $Z$ $T$

$BD$ is common to hor. circle and other great circles intersecting at $B$ $D$
Bisect $ZT$ at $K$
$LKM \perp ZH$
*I say:* the centres of the great circles through $B$ $D$ fall on line $KLM$
*Proof:* on the sphere these circles go through $B$ $D$, which become $Z$ $T$ on the plate
$\therefore$ $ZT$ is diam. of the hor. circle and a chord of all the remaining circles
It is bisected at $K$; and line $LKM \perp ZH$
$\therefore$ line $LKM$ passes through all the centres of the circles

*[7] Circles through the poles of the zodiac*

$GB = \epsilon$
Bisect $KH$ at $L$
$MLS \perp KH$
$\therefore$ $KH$ is diam. of the circle perpendicular to the meridian and is a chord of all other circles through the poles of the zodiac [etc., as before]



*[8] Other circles on the sphere and the plane [hour lines]*[11]

The points dividing the arcs of the equator-parallels above the Earth in the same ratio do not all fall in the same plane through the poles. For this happens only in places on the terrestrial equator. In the *sphaera recta* the horizon goes through the poles – e.g. $NXY$ in the diagram. Other circles through the poles, e.g. $NHK$, will cut off arcs $GH$ $HX$ and $EK$ $KY$, etc., which are proportional. So arcs $GH$ $HD$ $EK$ $KZ$, which are cut off by $NHK$ in the *sphaera obliqua*, cannot be proportional.

When ⊙$GHS$ is north of ⊙$EKB$, $GH : HD < EK : KZ$[12]

[extra diag.]

One can divide three parallel-circles in the same ratio and find the circle through them, but not through the poles. The Ancients applied this to the division of the hours: they divided the arcs of Cancer, Capricorn and the equator according to the same ratio [i.e. evenly into twelve parts each] and connected the divisions with a circular arc that cut all the parallel-circles. This procedure makes for little error except in climates far from the terrestrial equator and for parallel-circles far from the celestial equator, though between Capricorn and Cancer [which here concern us] the error is not great.

[11] In this section there is more freedom of interpretation than usual. The figure and letters are not in the text, but have been supplied. The divisions considered are for seasonal, or unequal hours, where day-time or night-time is divided into twelve equal seasonal hours.

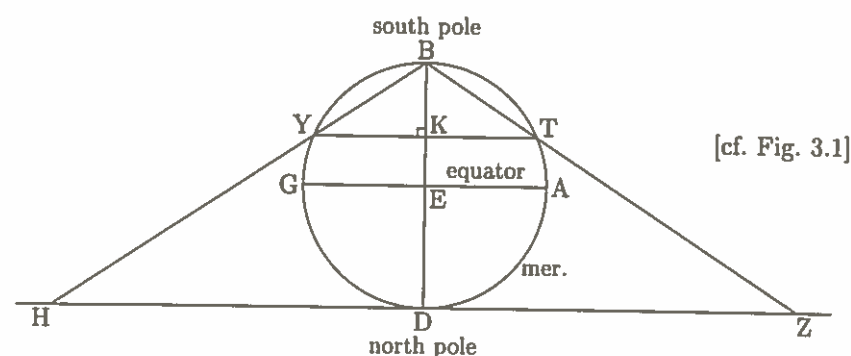
[12] $\because$ $GH : HD < GH : HX = EK : KY < EK : KZ$. Al-Farghānī specifies that the more northerly circle (here ⊙$GHD$) is north of the equator.

## *Chapter 3: To find the diameters and centres of the circles of the astrolabe*

### *[1] The parallel circles*

From these circles we can find the diameters [and centres] of all the circles on the astrolabe.

We repeat the diagram [i.e. Fig. 3.1 = Fig. 2.1]

[cf. Fig. 3.1]

$AT = \epsilon = 23;33°$
$\therefore\ D\widehat{A}T = 113;33°$
$TY \parallel ZH$, the meridian line in the plane
$\therefore\ TK : KB = ZD : DB$
But $TK = \text{Sin}\ \widehat{TB}$, $KB = \text{Vers}\ \widehat{TB}$, $DB =$ diam. of sphere
Sin $\widehat{TB}$ (= 55;0,10 when diam. $DB = 120$) $\cdot\ DB = 6600;20$
This $\div\ KB$ (= 36;1,37) = 183;12,20 = $DZ$, semid. course of Cap.
We make $ZH$, diam. of course of Cap., = 60 parts, for ease of division
On scale in which $DZ = 30$, $DB = [120 \times 30/183;12,20 =]$ 19;39
We apply these parts in line $DB$, instead of 120.
This brings no error, since $DB \propto ZH$ and $DB$ and $ZH$ are the same kind of quantity[13]

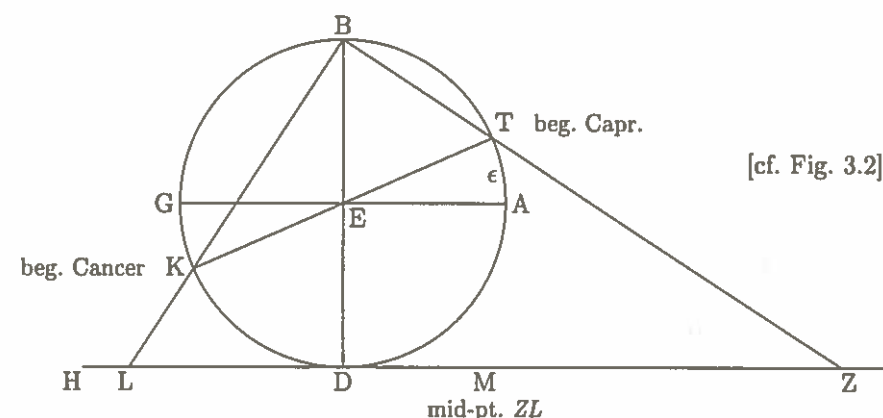
[13]Perhaps this means that, in calculating $DZ$ from $\widehat{TB}$ (for any $\widehat{TB}$), merely substituting 19;39, instead of 120, for $DB$ will produce $\widehat{DZ}$ in the new scale (in which the diameter of the circle of Capricorn = 60), for Sin $\widehat{TB}$ and Vers $\widehat{TB}$ can be left in the old scale ($BD = 120^p$).



Similarly we find the semidiameters of the courses of every degree from north pole to south pole. We draw up a table of them.

### *[2] The zodiac*

We repeat the diagram [i.e. Fig. 3.2 = Fig. 2.2]

[cf. Fig. 3.2]

$\widehat{DK}$ = dist. of north pole to beg. Cancer = 66;27°
From Table [1], $DL$, semid. of course of $K$ = 12;52, where diam. of course of Cap. = 60 and $ZD = 30$
$\therefore$ $ZL$, diam. of zodiac, = 42;52
$\therefore$ $LM$, semid. of zodiac, = 21;26
$\therefore$ $DM = LM - DL = 8;34$, dist. of centre of zodiac from centre of plate

### *[3] The division of the zodiac*

This is achieved with lines through the centre of the plate through the corresponding right ascensions on the equator. We draw up the ascensions in a table.

*[4] The fixed stars*

For each star we need its $\delta$ and $\mu$. If it is possible to draw great circles through the poles of the zodiac [Chapter 2, section 7], the $\lambda$s may be found, but the $\beta$s can be obtained only by the wearisome division of these circles.

[Two special cases] If the star is on the zodiac, $\delta = \delta(\lambda)$[14] and $\mu = \lambda$. If the star is on the circle through both sets of poles, $\delta$ may be found from $\beta$ and $\delta(\lambda)$:

> if they are of the same sign ["on the same side"], $\delta = \beta + \delta(\lambda)$
> if they are of different signs, $\delta = |\beta - \delta(\lambda)|$.

In other cases, $\delta$ and $\mu$ are various. If the star is between the beginning of Capricorn and the beginning of Cancer, and is of the north/south latitude, it arrives at the meridian before/after its degree [on the zodiac]; *vice versa* for a star between the beginning of Cancer and the beginning of Capricorn.

To illustrate this and to determine $\delta$ and $\mu$ generally, we proceed as Ptolemy did [in *Almagest* VIII 5].

[case 1] the star is on the zodiac: at $T$.

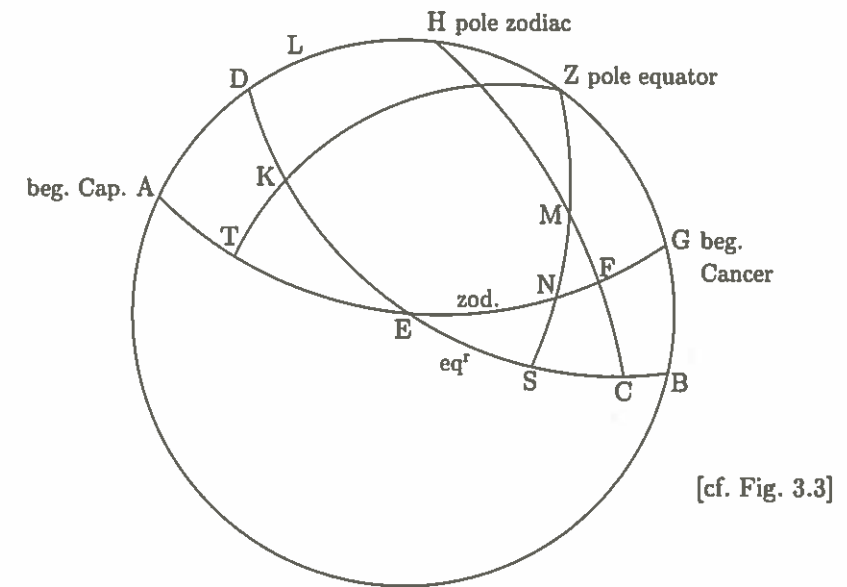
> Draw $Z\widehat{K}T$
> $TK = \delta$

[case 2] the star is on the circle through both sets of poles: at $L$.

> $\widehat{AL} = \beta$; $\widehat{AD} = \delta$([beg. of] Cap.)
> $\widehat{AL} - \widehat{AD} = \widehat{LD} = \delta$

Similarly, when the latitude is southern, we take $\beta + \delta$(beg. Cap.).

[case 3] the star is not on the zodiac and not on the circle through both sets of poles: at $M$.

[14] $\delta(\lambda)$ here means the declination of the point of the zodiac with the same longitude as the star.



[cf. Fig. 3.3]

$F$ is the position of the star in the zodiac $[AF = \lambda]$[15]; $C$ its "position" in the equator; $N$ is co-culminating point of the zodiac $[AN = \mu]$; $\widehat{MF} = \beta$; $\widehat{MS} = \delta$

$[\widehat{MS}] < \widehat{MC}$ $\because$ $M\hat{S}C$ is rt. and $M\hat{C}S <$ rt. (as Ptolemy proved)[16]

$\text{Sin}\,\widehat{HB} : \text{Sin}\,\widehat{BZ} = (\text{Sin}\,\widehat{HC} : \text{Sin}\,\widehat{CM}) \cdot (\text{Sin}\,\widehat{MS} : \text{Sin}\,\widehat{ZS})$
$[\triangle ZHM / BSC]$[17] [1]

$\widehat{ZB} = \widehat{ZS} = \widehat{HF} = \frac{1}{4}\odot$; $\widehat{HB} = 113;33°$

$\widehat{FC}$ is known from considerations of declination, $\because$ $\widehat{FG}$ (of zodiac) rises with $\widehat{BC}$ (of equator)[18]:

[15] The usual zero for longitude is the first point of Aries, but al-Farghānī uses the first point of Capricorn in this passage.

[16] For the theorem that the greater side of a triangle lies opposite the greater angle, see Menelaus, *Sphaerica*, I 7 in the edition studied by Björnbo. See Menelaus [1902], p. 28.

[17] For this notation, see Lorch [2001], p. 39 and *passim*.

[18] That is, they would rise together if $H$ were the pole of the equator, $\widehat{BC}$ were on the zodiac and $\widehat{FG}$ were the co-rising arc of the equator (this way round, since $H\hat{F}E$ is right and $H\hat{C}E$ is not). The mention of co-rising is a mathematical device. $\widehat{BC} = 180° - \alpha^{-1}(\widehat{AF})$, where $\alpha$ represents al-Farghānī's ascension, measured from the meridian through both sets of poles.

when we convert $FG$ from right ascensions into degrees of equality, we get $BC$[19]

From $[\widehat{BC}]$ we know $\widehat{FC}$ $[\widehat{FC} = \delta(90° - \widehat{BC})]$

$\widehat{MF} = \beta$

$\therefore$ $\widehat{HC}$ and $\widehat{CM}$ are known

$\therefore$ $\widehat{MS}$ is known [by 1]

Example of *al-ʿayyūq* [α Aurigae]

longitude is Gem 5;20° (observation in 225 Yazdijird [856–57AD])

$\therefore$ $\widehat{AF} = 155;20°$

$\alpha^{-1}(155;20°) = \widehat{DC} = 157;13°$

$157;13° - \widehat{DE}\ (= 90°) = \widehat{EC} = 67;13°$[20]

$\therefore$ $\delta(67;13) = \widehat{CF} = 21;37°$[21]

$\widehat{FH} + 21;37° = \widehat{CH} = 111;37°$

$\widehat{FM}\ (= \beta = 22;50°$ by observation$) + \widehat{CF} = \widehat{CM} = 44;27°$

[From [1] $\dfrac{\text{Sin}\,\widehat{BH} \times \text{Sin}\,\widehat{MC}}{\text{Sin}\,\widehat{CH}} : \text{Sin}\,\widehat{ZB} = \text{Sin}\,\widehat{MS} : \text{Sin}\,\widehat{SZ}$]

Sin $\widehat{BH}$ (= 55;0,10 for diam. = $120^p$) × Sin $\widehat{MC}$ (= 42;1,1)[22] = 2311;2,55

[19]Ptolemy says airily that $\widehat{FC}$ (in al-Farghānī's lettering) is "given from the obliquity of the ecliptic" (Toomer's translation [1984], p. 411; "ἐκ δὲ τῆς ἀποδεδειγμένης τοῦ διὰ μέσων ἐγκλίσεως", Ptolemy [1898-1903], vol. 2, p. 195), but in the following derivation of *mediatio* he says that $\widehat{CB}$ is given from $\widehat{FG}$ "by means of [the arcs of] the equator which rise together with [those of] the ecliptic at *sphaera recta*" (διὰ δὲ τῶν ἐπ' ὀρθῆς τῆς σφαίρας συνανατολῶν τοῦ τε ἰσημερινοῦ καὶ τοῦ ζῳδιακοῦ ) (*Ibid.*, pp. 412 and 196, resp.).

[20]From al-Farghānī's Table 2 (which is Ptolemy's table in the *Almagest*, i.e. for $\epsilon = 23;51,20°$, though Ptolemy gives values only for multiples of 10°– see Ptolemy [1898–1903], pp. 134–135, and Toomer [1984], p. 100, for the table of right ascensions) it may be found by interpolation that if $\widehat{EF} = 65;20°$ then $\widehat{EC} = 67;13°$. It may be asked what table al-Farghānī was using, as he deduces $\widehat{EC}$ from $\widehat{DC}$. See Introduction, section 4.

[21]Interpolation in Ptolemy's table (for which $\epsilon = 23;51,20$) yields $\delta(67;13°) = 21;53,35°$. For the table see Ptolemy [1898–1903], vol. 1, pp. 80–81, and Toomer [1984], p. 72. If Ptolemy's values (which are given to seconds) are rounded to minutes, interpolation yields 21;53°. Direct calculation with modern sine values and with $\epsilon = 23;51,20$ gives 21;53,35°. But taking $\epsilon = 23;33°$ we find (using modern sines) that $\delta(67°) = 21;34,45°$ and $\delta(68°) = 21;44,37$, and so $\delta(67;13°) = 21;36,53°$. If the values of $\delta$ are rounded to minutes, the result is 21;37°. For $\epsilon = 23;35°$ these two values become 21;38,43° and 21;38°, resp. Clearly, the most likely value for $\epsilon$ underlying the declination table used by al-Farghānī is 23;33°.

[22]Recalculation gives 42;1,1.9.



[2311;2,55] ÷ Sin $\widehat{CH}$ (= 55;46,49) = 41;25,53

$\therefore$ [41;25,53] : Sin $\widehat{ZB}$ = Sin $\widehat{MS}$ : Sin $\widehat{SZ}$

But Sin $\widehat{ZB}$ = Sin $\widehat{SZ}$ $\because$ $\widehat{ZB} = \widehat{ZS} = \frac{1}{4}\odot$

$\therefore$ Sin $\widehat{MS}$ = 41;25,53

$\therefore$ $\widehat{SM}$ = 43;40

To obtain the *mediatio*

Sin $\widehat{ZH}$ : Sin $\widehat{HB}$ = (Sin $\widehat{ZM}$ : Sin $\widehat{MS}$) · (Sin $\widehat{SC}$ : Sin $\widehat{CB}$) [$\triangle ZBS/HMC$]

But $\widehat{ZH}$ $\widehat{HB}$ $\widehat{ZM}$ $\widehat{MS}$ $\widehat{CB}$ are known: there remains $\widehat{SC}$

$\therefore$ $\dfrac{\text{Sin}\,\widehat{ZH}\ (= \epsilon) \times \text{Sin}\,\widehat{MS}\ (= \delta)}{\text{Sin}\,\widehat{MZ}\ [= \bar{\delta}]} \times \text{Sin}\,\widehat{BC}\ /\ \text{Sin}\,\widehat{HB} = \text{Sin}\,\widehat{CS}$ = 9;39,59[23]

$\therefore$ $\widehat{CS}$ = 9;16,16°

$\therefore$ $\widehat{DS} = \widehat{DC} - \widehat{CS}$ = 147;56,44°

$\alpha^{-1}[147;56,44°] = \widehat{AN}$ = 150;12°

$\therefore$ $N$, the *mediatio* of the star, is at 0;12° of Gemini

In general, to find the distance of any star from the equator:

Sin $(90 - \epsilon)$ = "first sine"

Take $\lambda$ from beg. Cap. to degree of star

$\alpha^{-1}[\lambda] = [a]$, the "argument"[24]

$\delta(a - 90°)$ = declination of the argument

Sin $(\beta + \delta(a))$, if $\beta$ and $\delta(a)$ are of same sign, or

Sin $(\beta \sim \delta(a))$, if they are of opp. sign, = "second sine"

Sin $(90° - a)$ = "third sine"

$\dfrac{\text{1st sine} \times \text{2nd sine}}{\text{3rd sine}} = \text{Sin}\,\delta$

If $\beta$ and $\delta(a)$ are on same side [i.e. of same sign], the distance is on that side; if they are on different sides, the distance is on the side of the greater of the two.

[23]Recalculation gives 9;40,1.3. But if we assume that Sin $\widehat{BC}$ is rounded from 23;14,5 to 23;14, we find Sin $\widehat{CS}$ = 9;39,59, as in the text. There may be other explanations of this figure.

[24]Again, al-Farghānī is using ascension tables that measure longitude from the first point of Capricorn and right ascension from the co-ascending point of the equator.

To find the *mediatio* of any star:

Sin (90° − ε) = "first sine"
Sin ε = "second sine"
Sin δ = "third sine"
Sin (90°− δ) = "fourth sine"
Sin (a) = "fifth sine"
$\frac{\text{2nd sine} \times \text{3rd sine}}{\text{4th sine}}$ × 5th sine / 1st sine = Sin $x$
If the star is between beg. Cancer and beg. Cap., if δ is northern, take $a + x$, and if δ is southern, take $a - x$. If the star is between beg. Cap. and beg. Cancer, if δ is northern, take $a - x$, and if southern, $a + x$
$\alpha^{-1}(a \pm x)$ = *mediatio* of the star [measured from beg. Cap.]

90° − δ = the star's distance from north pole; from this may be found its distance from the pole in the plate, by the table of courses.

E.g. *al-'ayyūq* is 43;40° north of the equator and 46;20° from the north pole; the table of semidiameters gives 8;24.

*[5] The almucantars*

[cf. Fig. 3.4]

$\widehat{AD}$= 30°; $\widehat{AB}$ = 150°
From Table [1], $AL$ = 5;16 and $AZ$ = 73;20
∴ $ZL$ = 78;36
∴ $KL$, semid. of horizon, = 39;18



And $AK = KL - AL$ =34;2, dist. betw. centres of hor. and plate
Take $\widehat{SB}$ = 60°
$SO \parallel BD$; $SO$ is diam. of almucantar 60° from horizon
Draw $GO$ $GS$ and produce them to cut $ZH$ at $M$ $N$
∴ $\widehat{AO}$ = 30°, $\widehat{AS}$ = 90°
$AN$ $AM$ are semid.s of the courses of points $S$ $O$
From Table [1], $AN$ = 19;39
∴ $MN = AN - AM$ (= 5;16)[25] = 14;23 approx.
∴ $MY$, semid. of almuc. 60°, = 7;11,30
$[MY] + AM = AY$ = 12;28 [by rounding up], dist. betw. centres of almuc. and plate

Similarly for the other almucantars.

*[6] The azimuth circles*

[i The azimuth through the east point]

[cf. Fig. 3.5]

Draw $BED$, semi-⊙ of the eastern hor.[26] and $GEA$, semi-⊙ of the hor. at *sphaera recta*
We first draw the azimuth circle ⊥ʳ to the mer., through the east point, $ZEH$
$E$ is common to ⊙s [$BED$, $GEA$, $ZEH$]; $\widehat{BE} = \widehat{EG} = \widehat{EH} = \frac{1}{4}$⊙

[25] ∵ $AM = AD$. In general, $AM$, like $AN$, would have to be looked up in Table 1.
[26] $E$ is now the east point.

Through $A$ draw the meridian line in the plate, $TK$
Draw $GH$ $GZ$ and produce them to cut $TK$ at $K$ $T$
Bisect $TK$ at $L$
In the plate $T$ is the zenith and $TK$ is diam. of [the image of] $\odot ZEH$
$AK$ is semidiam. of the course of $H$, and $AT$ of $Z$
Add the semidiams. of courses of $H$ and $Z$: $TK$[27] = 45;22
$\therefore$ $LT$, the semid., = 22;41

There is no need to find the centre, since all the centres are on one line [the $\perp^r$ through $L$]. We can draw this circle in the plate without knowing its semidiameter by drawing it through the images of the east point, west point and zenith.

[ii The general case]

$EZ = 30°$ [e.g.]
$\therefore$ $ZB = 60°$
$\therefore$ $Z\hat{H}B <$ rt.
Draw $\widehat{GK}$, an arc of a great circle, so that $G\hat{K}O$ is rt.[28]
Complete $\odot HZOM$
From $A$ to $\widehat{HMO}$ draw an arc of a great circle, $\widehat{AM}$, that $\perp$ $\widehat{HMO}$
$\widehat{AM}$ $\widehat{GK}$ are from the same circle, through the poles and cutting $\odot HZOM$ at a rt. angle
Draw $GK$ and produce it to cut the plane of the plate at $F$
On the plate draw $AF$, cutting $QLS$[29] at $Y$
Produce $FA$ to meet $[GM]$ at $N$, possible $\because$ $GN$ $GF$ $FN$ are in the plane of $\odot GKAM$
$\odot[GKAM]$ cuts $\odot HZOM$ at a right angle
$\therefore$ $GK$ is the shortest of the lines from $G$ to $\odot HZOM$ and $GM$ the longest
$\therefore$ $\triangle GFN$ cuts off [i.e. delimits] the cone of [apex $G$ and] base $\odot HZOM$ by lines $GK$ $GM$
The plane of the triangle is produced to the plane of the astrolabe; their c.s. is $NF$

[27] The latitude is again assumed to be 30°. So $GB = 30°$, $GH = 60°$, $AZ = 60°$ and $AH = 120°$. Table 1 gives 11;20 and 34;2 for $AT$ and $AK$.
[28] Possibly by constructing a great circle through $G$ and the poles of $\odot GKOM$. See Theodosius, *Sphaerica* I 15, 20. This note applies to the next three lines.
[29] $K$ is as in the previous diagram; $QLS \perp LT$. $QLS$ is the line on which all the centres of the azimuths are found.



$\therefore$ $NF$ is diam. $\odot HZOM$ [when projected] in plane of astrolabe, by I [2]
$\therefore$ centre $\odot HZOM$ [when projected] is on line $FN$

[cf. Fig. 3.6]

But we have shown [Chap. 2, Prop. 5] that it falls on $QLS$
$\therefore$ $Y$ is centre of the circle
$\therefore$ $YT = YN = YF$ = semid. of circle
On $YS$ cut off $YU = YT$. So $YU$ is also semid. of the circle
$\therefore$ circle about $Y$ and with radius $YT$ goes through $N$ $U$ $F$
$\widehat{BZ} = 60°$; $\widehat{BO} = \widehat{ZO} = \frac{1}{4}\odot$; $\widehat{GO} = 90° - \phi$. $\therefore$ $GK$ is soon determined (cf. declination):
Sin $\widehat{ZB}$ : Sin $\widehat{BO}$ = Sin $\widehat{KG}$ : Sin $\widehat{GO}$ [rule of four quantities[30]]

[30] Or cf. *Almagest* I 14 in Ptolemy [1898-1903], I pp. 76–81. For early knowledge of the Rule of Four Quantities, see Lorch [2001], pp. 395-397.

and Sin $\widehat{ZB}$ (=51;57,42 for diam. = 120$^p$) × Sin $\widehat{GO}$ (=51;57,42)
= 2700;0,53
this ÷ Sin $\widehat{BO}$ (=60$^p$) = Sin $\widehat{KG}$ = 45;0,1
∴ $\widehat{KG}$ = 48;35
Similarly $\widehat{AM}$ is known [= $\widehat{KG}$ = 48;35]
But $AN$ is semid. of the course of $M$, and $AF$ of $K$
On ⊙$AMGK$, $AK$ = 180° − $\widehat{GK}$. Hence [by Table 1] the semid. of the course of $K$ [and = $AN$]
[$AF$] + [$AN$] [= 43;32 + 8;52] = $NF$ = 52;24, where diam. of course of Cap. is 60$^p$
∴ $YN$ = $YT$ = 26;12

For azimuths near that through the east point $YT$ is close to and ≐ $LT$; and $YL$ is hard to draw accurately and an error therefore occurs in $YL$. [So calculation is needed:]

$\sqrt{YT^2 - LT^2}$ [=26;12$^2$ − 22;41$^2$ ≐ 13;6,41] = $YL$
$YU$ (= semid. [$YT$]) − $YL$ = $LU$ ≐ 13;6 [better 13;5]

[Summary of argument of part ii

In the new diagram ⊙$OEH$ is the azimuth through the east point, $E$; $OZH$, a typical azimuth, is taken as 30° from ⊙$OEH$, so that $EZ$ = 30°

Take the great circle $GKAM$, which ⊥ ⊙$OHZ$
Join $GK$ and $GM$ and produce to plate, cutting it at $F$ $N$
$FA$ produced goes through $N$ (plane $GNF$ is the plane of ⊙$GKAM$)
$\widehat{GK}$ is the shortest arc from $G$ to ⊙$HZOM$ and $GM$ the longest
∴ the cone with apex $G$ and base ⊙$HZOM$ is delimited by $GK$ $GM$
∴ diam. of its image is $FN$ (Prop. I [2])
But the centre lies also on $QLS$
∴ it is at the intersection of $FN$ and $QLS$, at $Y$

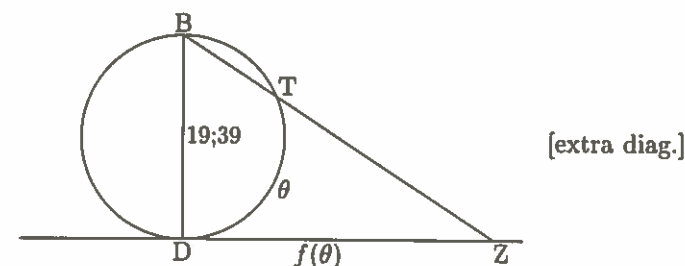
calculation of the semidiameter and position of the centre

Sin $\widehat{ZB}$ : Sin $\widehat{BO}$ = Sin $\widehat{KG}$ : Sin $\widehat{GO}$ [$O$:$GK$,$BZ$]
∴ (Sin $\widehat{ZB}$ × Sin $\widehat{GO}$) / Sin $\widehat{BO}$ = Sin $\widehat{KG}$
Similarly $AM$ is known [and = $FG$]
Hence $AF$ $AN$, from Table 1
The semid. (=$YT$) = $\frac{1}{2}$($AF$ + $FN$)
$YL = \sqrt{LT^2 - YT^2}$]
$U$ is a point on $QLS$ s.t. $YU$ = $YT$.
$YU$ − $YL$ = $LU$ (tabulated) [See note on section 5.5 below.]]



*Chapter 4: The tables*

There are five tables:

1. fundamental table: $f(\theta)$ for $\theta$ = 1(1)180°[31], where $DZ$ = $f(\widehat{DT})$ (see diagram)

2. right ascensions: $\alpha(\theta)$ for $\theta$ = 1(1)90°
3. table of 25 fixed stars: name, $\lambda$, $\beta$, $\delta$, $\mu$ ($\beta$ and $\delta$ with direction, north or south) for Yazdijird 225 [856-857 AD[32]]
4. alumcantars: distance of centre from centre of astrolabe and semidiameter for $\phi$ = 0 and 15(1)50°; $h$ = 0(1)90° ($h$ is the angular distance of the almucantar from the horizon)
5. azimuths: $LU$, which = $YT$ (semid. of the azimuth) − $LT$ (see Fig. 3.6) for $\phi$ = 0 and 15(1)50°; $EZ$ = 0(5)90°. $EZ$ is the angular distance of the azimuth from the east point.

*Chapter 5: The northern astrolabe*

*[1] The rete: the zodiac*

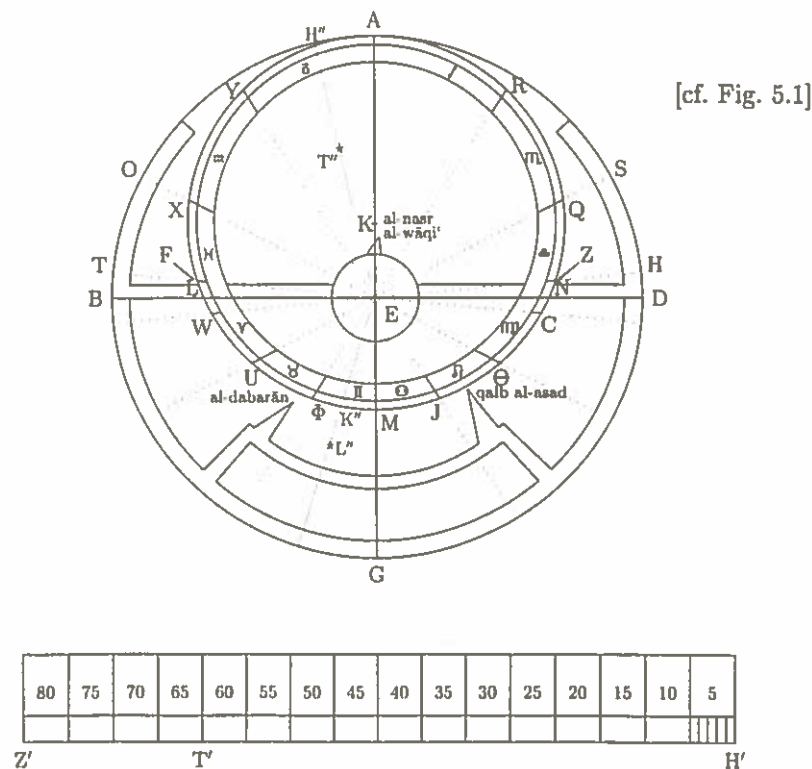
In the diagram $AG$ is the meridian and $BD$ is the great circle through the poles and the east- and west-points. The rule $H'Z'$ is of such a scale that 60 of its divisions are equal to the diameter $AG$ of the plate.

[31] By the notation $\theta = x(y)z°$ it is meant that $\theta$ is taken from $\theta = x°$ in steps of $y°$ to $\theta = z°$.
[32] For this date, see also Chap. 3, lines 106–107.

The rule, of unspecified length, is divided into parts five divisions long; and the first such part is divided into individual divisions, which are subdivided as finely as possible[33]. With centre $K$ 8;34 [Chap. 3, lines 40–41] from the centre of the astrolabe the zodiac $ALMN$, $A$ being

[cf. Fig. 5.1]

| 80 | 75 | 70 | 65 | 60 | 55 | 50 | 45 | 40 | 35 | 30 | 25 | 20 | 15 | 10 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

$Z'$ $T'$ $H'$

the beginning of Capricorn, $L$ of Aries, $M$ of Cancer and $N$ of Libra. Two circles parallel to the zodiac are drawn so that the divisions of the zodiac and the names of the signs may be accommodated. After circle $ALMN$ has been copied on the back of the rete, so that the copy is exactly opposite the original, the outer edge of the zodiac band is filed down, so that the chamfered edge of the zodiac band represents the zodiac and is in direct contact with the plate when rete and plate are put together. The zodiac is divided, first by signs and then by intervals

[33] Division any finer than to halves, or perhaps to quarters, would scarcely be practical.



of six degrees with the help of right ascensions either on arc $BAD$ specially divided for the purpose or on the rim of the plate, on which the rete is carefully and symmetrically laid. $\widehat{DS}$ is the right ascension of Aries, 27;50° ; $SE$ is drawn and produced, so that its intersections, $Q$ $U$, with the zodiac are found: $\widehat{LU}$ is the sign of Aries and $\widehat{QN}$ the sign of Libra. Partition marks at $U$ and $Q$, running from the outermost to the innermost of the three parallel circles of the zodiac, are incised. Similarly, by taking $\widehat{BO}$ = 27;50°, points $X$ and $\Theta$ are found: $\widehat{LX}$ is Pisces and $\widehat{N\Theta}$ is Virgo. By taking the ascension of two signs, the ends of the other signs, $R$ $\Phi$ $Y$ $J$, are found. Points $W$ $Z$ are similarly found by putting $DH$ = the ascension of 6°, or 5;29°; similarly $F$ $C$, 24° of Pisces and of Virgo, are found by putting $\widehat{BT}$ = 5;29°. Such division lines are incised between the outer and middle zodiac circles only.

### *[2] The rete: the fixed stars*

The position of a star is found by looking up its *mediatio* and the semidiameter of its course in Table 3 and cutting off the amount of this semidiameter on the line through the centre and the star's *mediatio* on the zodiac. $H''$ is the *mediatio* of *al-nasr al-ṭā'ir* (Cap 11;40°) and $ET''$ is the semidiameter, 17;36, of the star's course; so that $T''$ is the star's position. $K''$ is the *mediatio* of *yad al-jawzā'* and $L''$ its position.

### *[3] The rete: perforations, dimensions*

Most of the rete is cut away, so that there is left only the zodiac ($3^p$ wide, $2^p$ for the band containing the names and $1^p$ for the outer band containing the divisions for every 6°), a diameter, pointers for the stars and supports for those of the pointers that cannot be attached to the zodiac or the diameter. These supports are: a solid circle (semidiameter $5^p$) at the centre, an arc (width $2^p$) along the edge of the rete, stretching from the middle of Aquarius to the middle of Scorpius, and a smaller arc (width $1\frac{1}{2}^p$) attached to it. The stars mentioned are:

> *al-ʿayyūq* [α Aurigae], *al-nasr al-wāqiʿ* [α Lyrae] and *al-fakka* [α Coronae Borealis], attached to the small circle;
> *al-nasr al-ṭā'ir* [α Aquilae], *ra's al-ḥawwā'* ["the Head of the Snake-Carrier", α Ophiuchi] and *mankib al-faras* ["the Shoulder of the Horse", β Pegasi], attached to the zodiac;

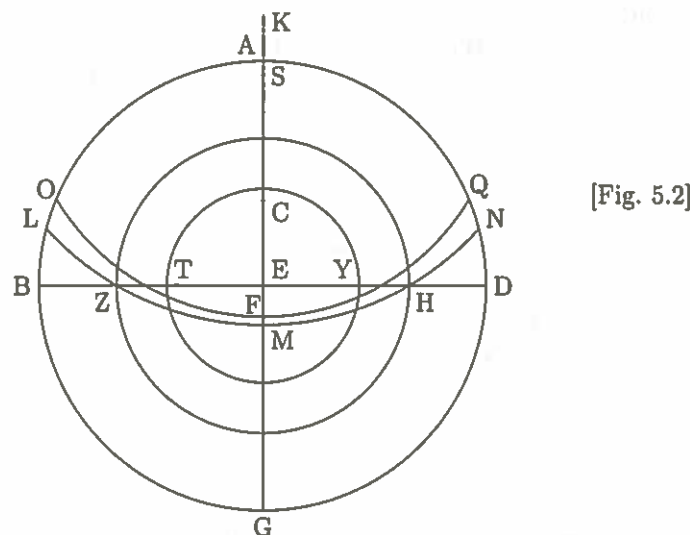
*al-shiʿrā al-yamāniya* ["the Southern Sirius", α Canis Maioris] and *qalb al-ʿaqrab* ["the Heart of the Scorpion", α Scorpii] attached to the large arc along the edge of the rete;

*al-dabarān* [α Tauri], *yad al-jawzā'* [α Orionis], *al-shiʿrā al-sha'āmiya* ["the northern Sirius", α Canis Minoris] and *qalb al-asad* ["the Lion's Heart", α Leonis], attached to the smaller arc.

The rim of the *mater* is $4^p$ wide. The thickness of the rete is that of two almucantar plates.

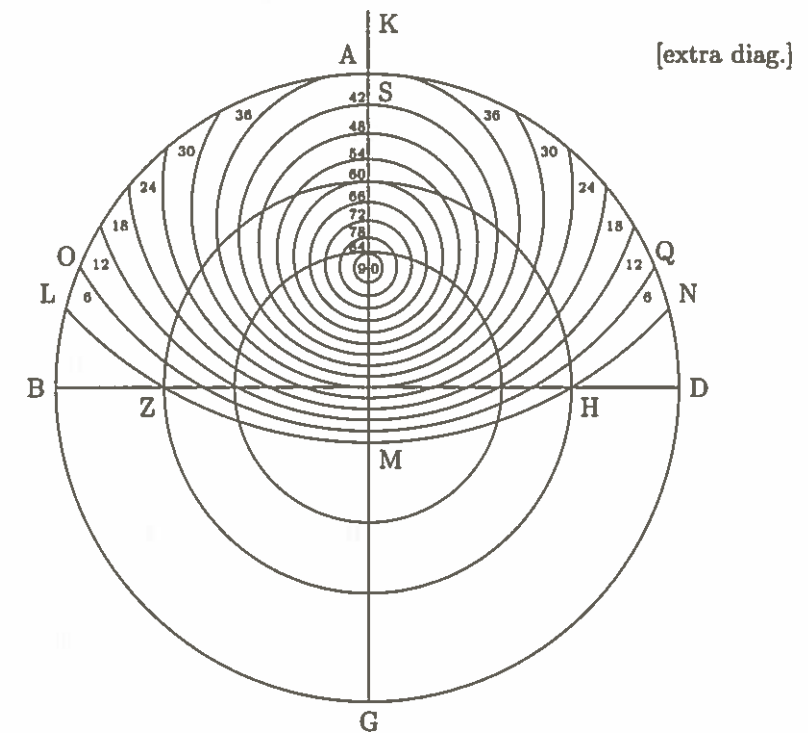
*[4] Horizon and almucantars*

The plate is provided with courses of the first points of Capricorn, Aries and Cancer, the semidiameters ([30], 19;39 and 12;54, respectively) being found from Table 1. The horizon and almucantars are

[Fig. 5.2]

then drawn on the plate by using the part of Table 4 that is drawn up for the assumed geographical latitude; the example taken is $\phi = 30°$. $K$, the centre of the horizon, is found from its distance from $E$, 34;2°, which is given at the head of the table for latitude 30° (if necessary, line $EA$ is extended beyond $A$). $KM$, the semidiameter of the horizon, is also given in the table: 38;18. With centre $K$ and distance $KM$ draw



$LMN$, the arc of the horizon. Similarly, $OFQ$, the almucanatar for 6°, is drawn (centre $S$): from Table 1 $SE$ (28;9) and the semidiameter $SM$ (32;19) are found. And so on till the zenith is reached. We label each almucantar with its distance from the horizon – both east and west, near the edge of the plate, till we reach the first almucantar that lies completely on the plate, and thereafter once only, near the meridian.

[extra diag.]

*[5] Azimuths*

Take the value at the head of the part of Table 5 drawn up for latitude 30°: 22;41

Put $CO = 22;41$, where $C$ is the zenith

About centre $O$ and distance $OC$ draw arc of azimuth of the first points for Aries and Libra. It goes through the intersection of east-west line and the equator

$HOT \parallel DB$

In Table 5 find what is opposite 10° azimuth: $19^p$

$OK = OL = 19°$
Find the point on $OH'$ equidistant from $C$ and $L$[34]
With it as centre draw $S\widehat{C}Y$:
$\widehat{HY}$, of the horizon, represents the azimuth of 10° from the east point towards the north and $ZS$ the azimuth of 10° from the west point towards the south
Similarly find the point on $OT$ equidistant from $C$ and $K$ and with it as centre draw $M\widehat{C}N$, etc.
Then take what is opposite 20° in Table 1, etc., and so on till 80°

[Fig. 5.3]

We extend line $H'T$ when the drawing the azimuths near the meridian. The almucantars should not be drawn through $C$, but should stop at the almucantar for 84° [the "small" circle]. We label the azimuths with their distances from the meridian line, beginning at the meridian towards the south.

### *[6] Unequal hours*

Of the circles of Capricorn, equator and Cancer the three arcs beneath the horizon are divided into twelve equal parts. Corresponding points

[34]This is a procedure of trial and error. Al-Farghānī has determined the tabulated $OK$ by finding the semidiameter of the azimuth and the distance of its centre from $O$. In Fig. 3.6 $YT$, the semidiameter, $YL$, the distance of the centre from the meridian, and $UL$ (here $OK$) are successively found. Of these, al-Farghānī calculates $YL$ since drawing an arc of radius $TY$ to cut $QLS$ to find $Y$ will lead to inaccurate results when $Y$ is close to $L$. Why he takes the further step of subtracting $YL$ from $YT$ is not clear.



are joined by arcs of circles, the centres being found by trial and error. We then label the hours, starting in the west.

[Fig. 5.4]

### *[7] Equal hours*

In latitude 30° [the night hours when the Sun is at the first point of Capricorn =] the daylight hours when the Sun is at the first point of Cancer = 14 hours, approx.; so we divide $L\widehat{G}N$ by 14. Similarly, divide $K\widehat{S}O$, of the circle of the first point of Cancer, by 10, the number of hours of daylight at the first point of Capricorn. Also divide $H\widehat{T}Y$, the semicircle of the equator, into 12 (as before – the equal hours at the first point of Aries = the "unequal" hours). Join corresponding points – $\widehat{FC}$ etc.[35] – until the tenth hour-line, through $K$, is reached. [The remaining hour-lines, which do not reach the circle of Cancer, require the construction of further points.] Put the rete on the almucantar plate and find [by trial and error] the point of the zodiac such that when the Sun is on it there are 11 night hours[36]. By rotating the rete,

[35]The corresponding point on $H\widehat{T}Y$ is here to be understood between $F$ and $C$.

[36]There is no hint in the text that calculation was used. No doubt points were tried till the arc made by it under the horizon when the rete is rotated over the plate = 11 × 15°, i.e. 165°, measured by the pointer on the rete as it moves over the graduated rim of the *mater*, which must be in place under the almucantar plate. We note that the pointer is not mentioned at all in the text and the rim of the *mater* is mentioned only by the way (in section 3 of the chapter).

see where the point cuts the horizon on the left side: this is point $Q$, which lies between $K$ and $H$. Draw the eleventh hour-line, $QR$, though

[Fig. 5.5]

$Q$ and the corresponding points on the equator and on the circle of Capricorn [$R$]. [For the twelfth and thirteenth hour-lines,] find on the rete the degree of the zodiac for which the night hours are 13 and, by rotation, see where its circle cuts the horizon on the left: point $\Sigma$. About centre $E$ draw $\widehat{\Sigma Y'}$ and bisect it at $U$. Through $H$ $U$ and the corresponding point on $L\widehat{G}N$ [$\emptyset$] draw the twelfth hour-line, $H\widehat{U}\emptyset$. Draw the 13th hour-line between $\Sigma$ and the last [division-]point of the course of Capricorn[37]. If the hours are more than 14, we proceed as before; we keep the hours on the right complete hours and let any fractions appear on the left.

*Note*

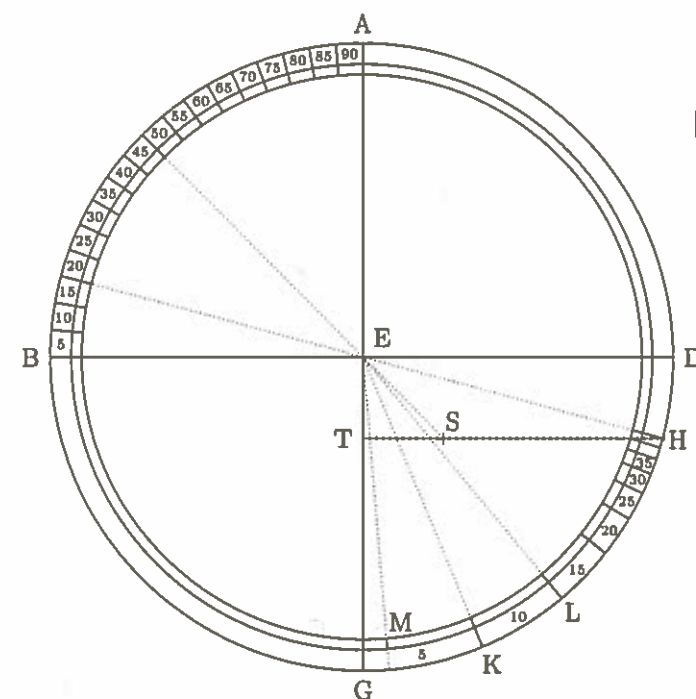
There is no explicit indication of how the nocturnal arc of Capricorn is to be divided into 14 or that of Cancer into 10, but it is likely that we are to take 15°, 30°, 45° ... from $N$ and $O$. For, though $K$ and $L$ are treated as division-points on the arc of Capricorn (as is indeed justified by taking the number of hours to be 14), $D$ and $B$ are not: he refers to the first hour-line

[37]It is not clear how al-Farghānī intended this last arc to be drawn, for only two points on it are given.



as arc $FC$, not $FD$; and the point connected to $\Sigma$ for the 13th hour-line is referred to as "the remaining [division-] point of Capricorn". Presumably al-Farghānī wanted the procedure to apply as far as possible to cases other than the very special one of 14 hours ($D$ $G$ $B$ are division-points only when the number of hours is an even integer).

*[8] Shadow diagram on back of astrolabe*

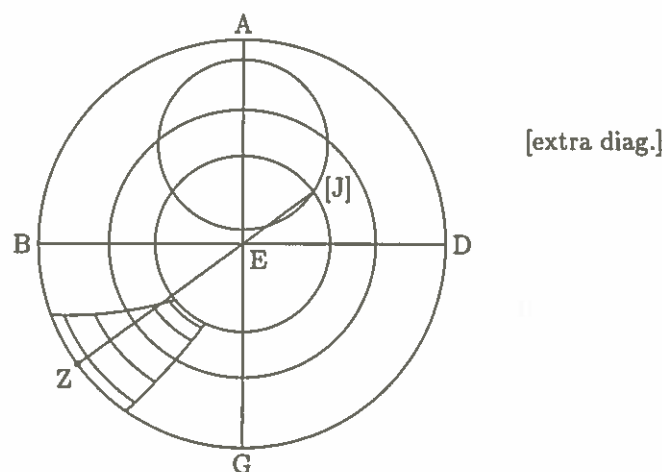
Only the shadows of altitudes between 15° and 90° are treated – below 15° the lines become numerous and dense [since the shadows are considered as increasing regularly in length].

[Fig. 5.6]

Make an altitude scale on arc $BA$
Join the 15° point of this scale and $E$ and produce to $H$ on $DG$
$HT \parallel ED$ ($HT$ is not incised)
Join the 45° point and $E$ and produce to $S$ on $HT$
Divide $TS$ into 12 equal parts

Divide the rest of $TH$ into parts equal to these: there are almost 45 of them[38]
Join $E$ and the end-points of the 5th, 10th, ... parts and produce to points $K$ $L$ ... on $\widehat{GD}$
Label these points [5, 10, ... , 45]
Join $E$ to the end-point of the first part on $TH$ and produce to $M$ on the inner circle near $GD$; do the same for all the other individual parts of $HT$

*[9] Construction of the line for the shadow [time of ʿaṣr]*

To draw the line determining the time at which the shadow of a gnomon exceeds its shadow at midday by the length of the gnomon.

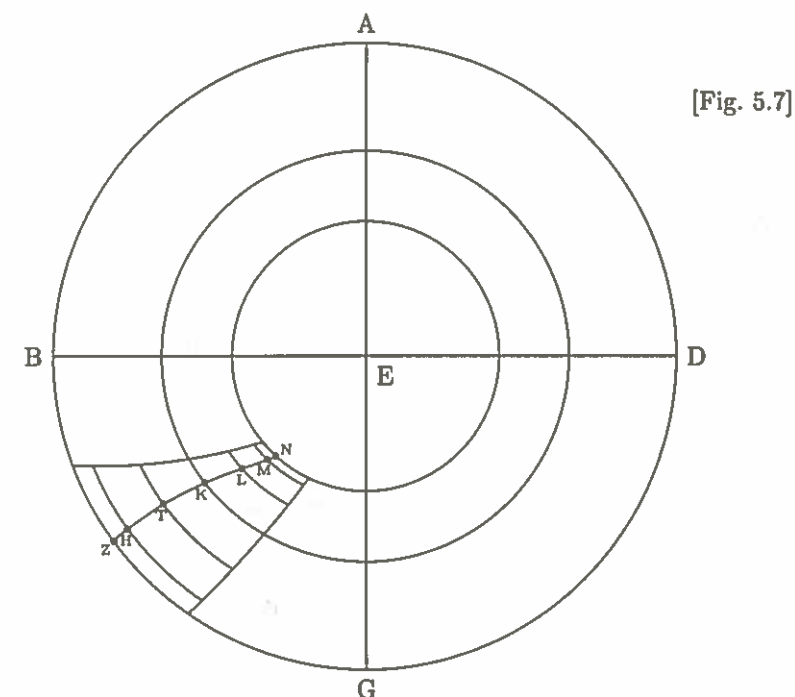
[extra diag.]

Between 8th and 10th unequal-hour-lines draw courses of the beginnings of the signs
Midday altitude of [the course of the beginning of] Cancer [$= 90 - \phi + \epsilon$] $\doteq 83\frac{1}{2}°$
shadow($83\frac{1}{2}°$) $= 1\frac{1}{3}$ parts[39] [1.367 approx.]
$1\frac{1}{3}$ parts + length of gnomon $= 13\frac{1}{3}$ parts
$13\frac{1}{3}$ parts = shadow(42°) [41.987 approx.]

[38]Calculation gives 44.8 approx.
[39]The "parts" in this section are those of the previous: 1 part $= \frac{1}{12}$gnomon.



Put the beginning of Cancer on [the almucantar of] altitude 42° on the plate, on the western side
Mark where the beginning of Capricorn [i.e. the point opposite that placed on the almucantar] stands on its course in the plate: $Z$
Do the same for the beginning of Leo (opp. point: beg. Aquarius): mark $H$
Do the same with the other signs: hence $T$ $K$ $L$ $M$ $N$
Join $Z$ $H$ $T$ $K$ $L$ $M$ $N$ with a smooth curve

When the degree of the zodiac opposite the Sun falls on this line, the shadow of a gnomon will exceed its midday shadow by the length of the gnomon.

[Fig. 5.7]

*Note*

In the above diagram the points on the *ʿaṣr* curve were found by following al-Farghānī's procedure. First $h$, the altitude of the Sun when the shadow of the gnomon is its shadow at midday + its length (i.e. the time of *ʿaṣr*) is found as follows. Since the midday altitude $= 90 - \phi + \delta$, where $\phi$ is the

latitude of the locality (here 30°) and $\delta$ is the declination of the Sun, and since the shadow function introduced by al-Farghānī $= 12 \cot \theta$ for altitude $\theta$, $\cot h = 1 + \cot(90 - \phi + \delta)$. The Sun must be both on the almucantar of height $h$ and on the course of the point on the zodiac of declination $\delta$, and therefore on the intersection of the two ($J$ in the previous diagram). $J$ was found graphically, and the corresponding point on the *'aṣr*, the point opposite $J$ on the zodiac, was found by joining $J$ and $E$ and producing the line to the course of $-\delta$.

### *[10] Other lines on the plate; other parts of the astrolabe*

A line for the beginning of dawn or the end of dusk is not necessary, since it is the same for all latitudes and for all times of the year. Near the equinox dusk or dawn occurs when the Sun is 17° vertically beneath the horizon. Also, the times vary with the atmosphere and with the light of the Moon.

The alidade with its sights, the pin [which goes through the centre of the *mater*, plates and rete] and the "horse" [a wedge to go through a hole in the pin to stop it falling out] are made in the usual way.

## *Chapter 6: The southern astrolabe*

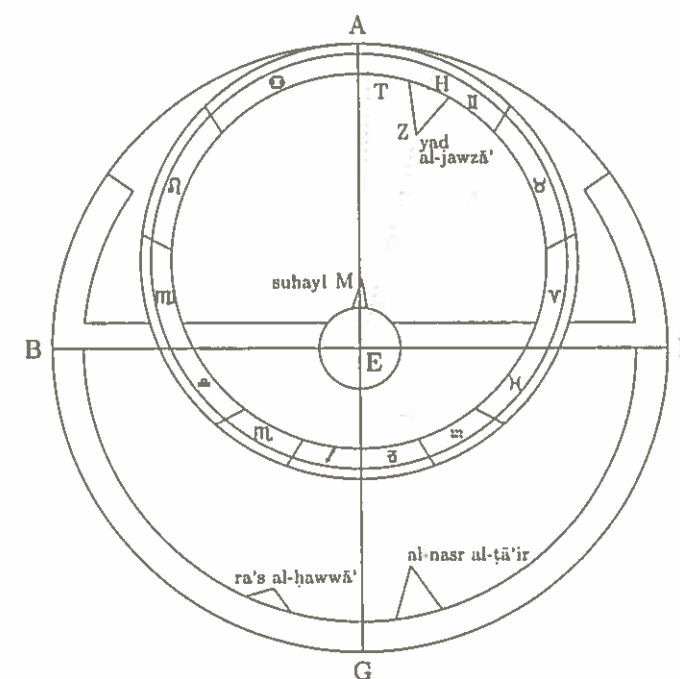
In the southern astrolabe the zodiac is of the same size and its centre is the same distance from the centre of the plate as in the northern astrolabe, but each sign is in the diametrically opposite place in the projection of the zodiac – since the ratio of the declination of any point in the northern half of the zodiac to its distance to the north pole is the same as the ratio for the opposite point with respect to the south pole[40].

[40] This is tantamount to saying that $\delta : \bar{\delta}$ is the same for opposite points on the zodiac, and this ensures that in the northern and southern astrolabes the zodiac is the same size, etc. But this is hard to interpret, for simply $\delta$ by itself would have sufficed, for $\delta$ controls the distance of the projected point from the centre of the plate. Taking the sines or chords of $\delta$ and $\bar{\delta}$ produces no ratio of use in comparing the projection of opposite points. The passage can hardly have been in al-Farghānī's original text.



For the fixed stars the *mediatio* is the same in both types of astrolabe, but their courses are different. The fixed stars in the southern astrolabe lie between the south pole and the course of Cancer. In the two projections the horizon for any one latitude is of the same size – this is true of all great circles; in the southern astrolabe the centre of the horizon is on the northern side. The almucantar whose altitude, $h$, $= \phi$ [i.e. the one that goes through the pole of projection] becomes a straight line; if $h < \phi$, the centre is on the northern side and, if $h > \phi$, on the southern. The azimuths are of the same size in both projections. Their line of centres cuts the meridian line on the southern side. As $\phi >$ or $< \epsilon$, the zenith falls inside or outside the course of the beginning of Cancer.

### *[1] Making the rete*

Draw the zodiac as in the northern astrolabe, putting Aries where Libra was, etc., and put in the names of the signs. For the fixed stars we take two examples.

[Fig. 6.1]

(1) *Yad al-jawzā'*: put $H$ at its *mediatio* (Gem 14°, from Table 3); find its $\delta$ (5;42°, from Table 3) and hence $EZ$ the semid. of its course ([21;42$^p$] $\doteq 21\frac{2}{3}^p$, from Table 1)[41]: $Z$ is the position of the star.

(2) *Suhayl*: put $T$ at its *mediatio* (Gem 29;43°, from Table 3) find its $\delta$ (−51;27, from Table 3) and hence $EM$, the semid. of its course, ([6:52$^p$] $\doteq (6 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3})^p$, from Table 1): $M$ is the position of the star.

### *[2] Horizon and almucantars*

Let $\phi = 30°$. To draw the horizon:

$EK$ = 34;2 and semid. of hor. = 39:18 [from Table 4]
With centre $K$ and semid. 39;18 draw $Z\widehat{M}L$, arc of hor.

To draw the almucantar of altitude 6°:

$\phi + 6° = 36°$; $\overline{\phi} + 6° = 156°$. These are the nearest and greatest distances of the almucantar from the south pole
∴, from Table 1, the corresponding semid.s are 6;23 and 92;27
$EY$ = 6;23
Semid. of almuc. = $\frac{1}{2}$(6;23 + 92;27) = 49;25
$YH$ = 49;25 [so $H$ is the centre of the almuc.]
With centre $H$ and semid. $HY$ draw $T\widehat{Y}N$, arc of almuc. of 6°

To draw the almucantar of altitiude = $\phi$ (here = 30°)

The nearest and furthest dist. from south pole = 60° and 180°
Opposite 60° in Table 1 is 11;20
$ES$ = 11;20
$OSQ \parallel DEB$. So $OSQ$ is the almuc. of 30°

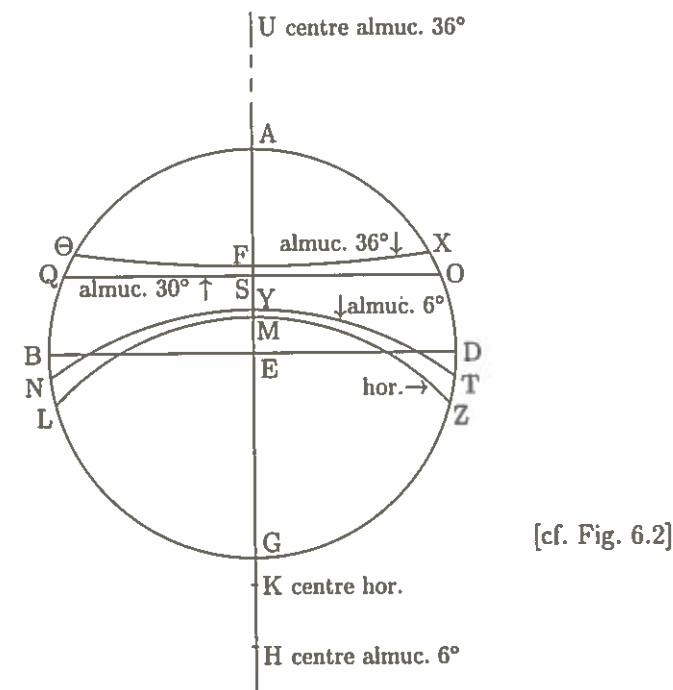
To draw the almucantar of altitude 36°

The nearest and furthest dist. from south pole = 66° and 174°

[41] The semidiameters of the courses are found from Table 1, not direct from Table 3, as in the northern astrolabe. The "southern rete semidiameters" found in the Table 3 of MS B seem therefore to be added and not in the original text.



Opposite 66° and 174° in Table 1 are 12;46 and 375;2, resp.
$EF$ = 12;46
Semid. of almuc. = $\frac{1}{2}$(375;2 − 12;46) = 181;8°
$FU$ = 181;8 [so $U$ is the centre of the almucantar]
With centre $U$[42] and semid. $UF$ draw $X\widehat{F}U$, arc of almuc. of 36°

And so on for the almucantars up to altitude 84°, which falls outside ⊙$ABGD$ and almost touches it.

[cf. Fig. 6.2]

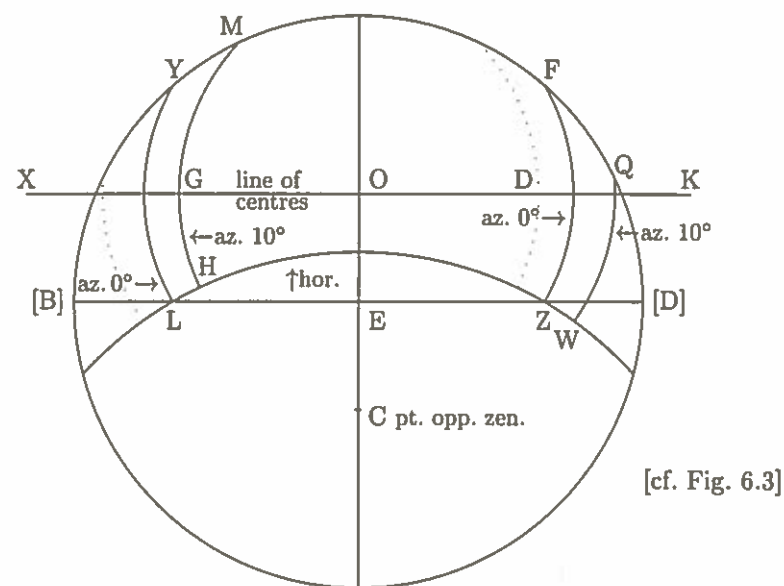
### *[3] Azimuths*

When the image of the zenith falls outside the plate, we take the opposite point.

When $\phi = 30°$, the point opposite the zenith is 60° from the south pole; opposite that in Table 1 is 11;20
$EC$ = 11;20 [so $C$ represents the point opposite the zenith]

[42] Al-Farghānī does not remark on the practical inconvenience of having a centre so far from the place of the instrument.

In the column for $\phi$ [here 30°] in Table 4 take what is in the first row, 22;41
$CO$ = 22;41, $O$ being on the southern part of the meridian

[cf. Fig. 6.3]

With centre $O$ and semid. $OC$ draw $EZ$ $YL$ on the east and west side, cutting the horizon and the horizon at *Sphaera recta* at their intersections
Through $O$ draw $KOX \parallel DB$
Opposite 10° in Table 5 is 19
With compasses with distance 19;0 mark $D$ $G$ on lines $OK$ $OX$
Find point on $OX$ equidistant from $C$ and $G$
With centre this point and semid. this distance, draw $H\widehat{B}M$ [of azimuth of 10°]
[And from an equivalent point on OK draw $WDQ$ [of azimuth of 10°]

And so on for the other azimuths.

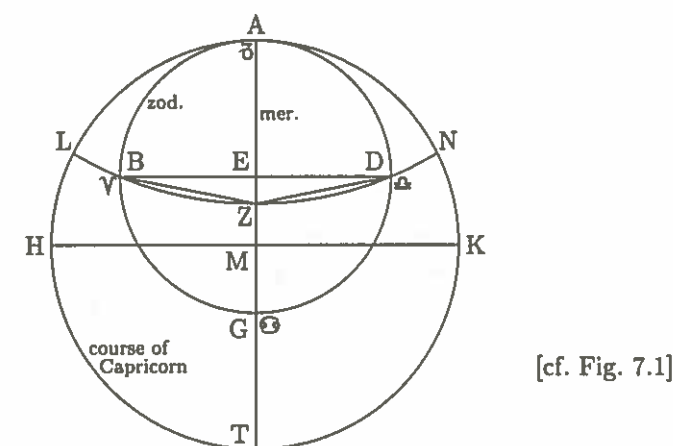


*Chapter 7: other forms of the astrolabe are not possible*

*[1] The plane cannot touch the sphere at a point other than one of the poles.*

For then the parallels to the equator, produced by the daily rotation from east to west, would not come out parallel and would have different centres, all of them different from the projection of the pole. Also the horizon at *sphaera recta* would not become a straight line, but an arc of a circle.

*Example:* let the plane touch the sphere at one of the poles of the zodiac.

[cf. Fig. 7.1]

$Z$ is the projection of the pole of the equator. The centre of $\odot AHTK$[43] is not $Z$ (cf. the almucantars in the standard projection), but, say, $M$. The horizon at *sphaera recta* goes through $B$ $D$ and $Z$[44]: it is arc $LBZDN$. Having drawn lines $BZ$ $ZD$, we rotate the zodiac about $Z$: $B$ reaches the place originally occupied by $A$ when $A$ reaches $D$'s old

[43] $AHTK$ is a conjecture of the editor; in the text is $ABGD$, but this is obviously nonsense. There are several other unsatisfactory parts of the passage.

[44] It is not clear why the horizon at *sphaera recta* should go through $B$ and $D$, the first points of Aries and Libra. Perhaps al-Farghānī is invoking an analogy with the standard projection – in which $ABGD$ would be the equator and $B$ $D$, the mid-points of $A\widehat{B}G$ and $A\widehat{D}G$, respectively, would be the intersections of the horizon and the equator.

place ($\because$ $B\hat{Z}A = A\hat{Z}D$), but they do this before $D$ reaches $G$'s old place ($\because$ $A\hat{Z}D \ll D\hat{Z}G$). So $B$ reaches $A$'s position before $B$'s opposite, point $D$, reaches $G$: contradiction.

If we let the motion be about $M$, the centre of the equator in the projected figure, the above inequality becomes even more pronounced.

*Note*

Al-Farghānī's argument about rotating the zodiac and seeing where four points (the beginnings of Aries, Cancer, Libra and Capricorn) reach in the same time is unclear. Two interpretations are possible:

(i) The motion is considered as being in the sphere and the affects on the projection is considered. When the zodiac is rotated about the poles of the equator, the first point of Aries does not occupy the place originally occupied by the first point of Capricorn, but another point on the circle through both sets of poles. For these two points are at different distances from the pole of the equator. On the projection the whole zodiac circle would rotate. There is no question of the zodiac's rotating within itself.

(ii) A point is imagined moving round the zodiac in the projection – or rather four points, starting at $B$ $A$ $D$ $G$ – at a uniform angular speed about $Z$. But one may ask: to what rotation in the sphere does this corespond?

*[2] The mapping in the [melon-shaped] astrolabe is not valid.*

*Note*

The principle of the mapping in this instrument[45] is shown by the following diagram: meridians are mapped into straight lines through the pole; if $N$ is the north pole of the sphere, which is in contact with the plane, $P'$ is the mapping of $P$ when $NP'$ = the curvilinear distance $NP$.

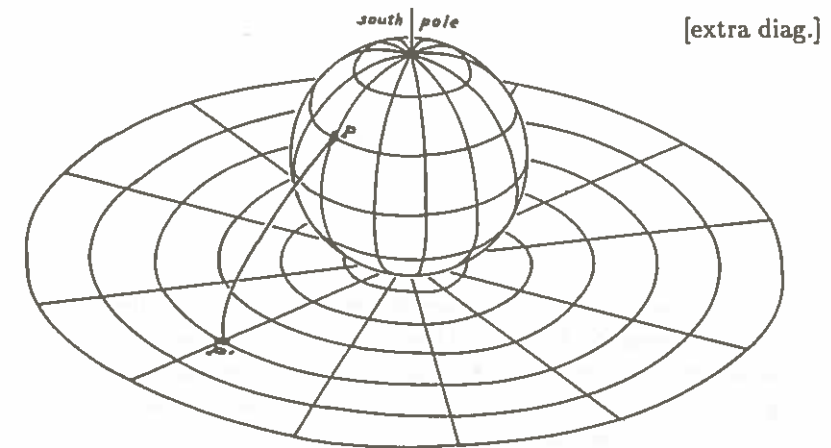
It is absurd that of the two poles, both stationary points, one should become a circle moving about the other. How can the poles cling to the horizon at *sphaera recta* when one is a movable circle? The zodiac [and the horizon, almucantars and azimuths] are not circles or straight lines and have to be drawn by joining up points; it has the *tannūrī* form [see below].

[45] For the melon-shaped astrolabe, see Kennedy-Kunitzsch-Lorch [1999].



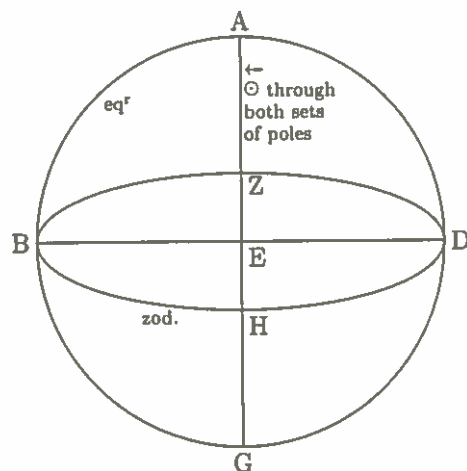
*Note*

The Muḥammad ibn Mūsā mentioned by al-Farghānī as writing a criticism of the melon-shaped astrolabe is presumably Muḥammad ibn Mūsā ibn Shākir, one of the Banū Mūsā. For he is also quoted – again as Muḥammad ibn Mūsā – in Chapter 1 for an identifiable passage from a work by the Banū Mūsā. Abū Jaʿfar Muḥammad ibn Mūsā al-Khwārizmī, the well known writer on astrolabes, is therefore less likely.

[extra diag.]

*[3] The [orthographic] projection is not practical for the whole sphere and is hard to draw.*

This mapping is made by dropping perpendiculars from the points on the sphere onto a plane tangent to it at one of the poles. The zodiac becomes two sections of *tannūrī* form.

In the diagram $AZ = GH = \text{Versin}\,\epsilon$. $\therefore$ $EZ = EH$. Hence the courses of Capricorn and Cancer will be the same size; so the instrument will be impossible to work with unless only half the heavens are considered at a time.

[cf. Fig. 7.2]

*Note*

Al-Farghānī uses the term *tannūrī* in two places in this chapter: once to describe the rounded form of the zodiac in the melon-shaped astrolabe and again here to describe the zodiac in the orthographic projection. He thought of the latter as "the form of two sections approximately similar to the sections of the *tannūrī* form". This brings to mind the diagrams in the manuscripts: two arcs are joined together with a sharp angle at each connection. Certainly, ellipses were normally so represented in medieval manuscripts – presumably for lack of instruments to draw them easily –, so that the evidence of the drawings is neutral; but Al-Farghānī's phrase is curious. In his usage *tannūrī* seems to be some rounded curve that is not a circle[46].

[46]See Kennedy-Kunitzsch-Lorch [1999], pp. 6, 198-199.

# Bibliography

C. Anagnostakis, "The Arabic Version of Ptolemy's Planisphaerium", Ph.D. thesis, Yale University 1984. Published by University Microfilms.

Battānī [1899–1907] *Al-Battānī sive Albatenii opus astronomicum*, ed. C. A. Nallino, 3 vols., Milan 1899–1907.

Al-Bīrūnī, "Istikhrāj al-awtār fī al-dā'ira", in *Rasā'il al-Bīrūnī*, Hyderabad 1367/1948.

Al-Bīrūnī, *Kitāb taḥdīd nihāyāt al-amākin li-taṣḥīḥ masāfāt al-masākin*, ed. P. Bulgakov, Cairo 1962.

Al-Bīrūnī, *The Determination of the Coordinates of Positions for the Correction of Distances between Cities*, translated by Jamil Ali, Beirut 1967.

A. A. Björnbo, "Studien über Menelaos' Sphärik. Beiträge zur Geschichte der Sphärik und Trigonometrie der Griechen", *Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften* 14 (1902), viii + 154 pp.

C. Brockelmann, *Geschichte der arabischen Litteratur*, vol. I (2nd ed.), Leiden 1943; Suppl., I, Leiden 1937.

F. J. Carmody, *Arabic Astronomical and Astrological Sciences in Latin Translation. A Critical Biography*, Berkeley and Los Angeles 1956. A Copy Annotated by Francis S. Benjamin.

F. Charette, "al-Farghānī's Tables for Constructing Astrolabes", unpublished typescript of a paper presented at the Jubilee Symposium on al-Farghānī, Uzbek Academy of Sciences, Samarkand and Fergana, Uzbekistan, September 1998.

F. Charette and P. G. Schmidl, "al-Khwārizmī and Practical Astronomy in Ninth-Century Baghdad. The Earliest Extant Corpus of Texts in Arabic on the Astrolabe and Other Portable Instruments". Forthcoming.

M. Clagett, *Archimedes in the Middle Ages*, vol. 1: *The Arabo-Latin Tradition*, Madison 1964.

M. Destombes, "Note sur le catalogue d'étoiles du Calife Al-Mamoun", *Actes du VIII^e Congrès International d'Histoire des Sciences (Florence–Milan 3–9 Septembre 1956)*, Florence 1958, pp. 309–312.

Diocles ⟶ Toomer

Euclid [1926] Sir Tho. L. Heath, *The Thirteen Books of Euclid's Elements*, 2nd ed., Cambridge 1926; repr. New York 1956.

Al-Farghānī [1669/1986] *Jawāmiʿ ʿilm al-nujūm*, ed. J. Golius, 1669; repr. Frankfurt am Main 1986.

Al-Farghānī [1537] *Rudimenta astronomica Alfragani* ..., Nuremberg 1537.

J. Frank, "Die Verwendung des Astrolabs nach al Chwârizmî", *Abhandlungen zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin* 3, Erlangen 1922.

S. Gibbs, *Greek and Roman Sundials*, New Haven 1976 (Yale Studies in the History of Science and Medicine, 11).

D. Girke, *Drei Beiträge zu den frühesten islamischen Sternkatalogen mit besonderer Rücksicht auf Hilfsfunktionen für die Zeitrechnung bei Nacht*, Institut für Geschichte der Naturwissenschaften, Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main, Preprint Series No. 8 (1988).

E. Glowatzki and H. Göttsche, *Die Sehnentafel des Klaudios Ptolemaios nach den historischen Formelplänen neu berechnet*, München, Wien 1976.

Ibn Abī Uṣaybiʿa, *Kitāb ʿuyūn al-anbāʾ fī ṭabaqāt al-aṭibbāʾ*, 2 vols., Cairo 1299/1882.

Ibn al-Nadīm, *Kitāb al-fihrist*, ed. G. Flügel, Leipzig 1871-72; repr. Beirut: Maktabat Khayyāṭ [1964].

M. Jenkins (ed.), *Islamic Art in the Kuwait National Museum. The al-Sabah Collection*, London 1983.

E. S. Kennedy, "A Survey of Islamic Astronomical Tables", *Transactions of the American Philosophical Society*, NS 46 (1956) Part 2, 123–177; repr. ca. 1989 (with new pagination).

E. S. Kennedy, *A Commentary upon Bīrūnī's Kitāb taḥdīd al-amākin*, Beirut 1973.

E. S. Kennedy, P. Kunitzsch, R. P. Lorch (eds.), *The Melon-Shaped Astrolabe in Arabic Astronomy*, Stuttgart 1999.

Khwārizmī [1914] *Die astronomischen Tafeln des Muḥammed ibn Mūsā al-Khwārizmī in der Bearbeitung des Maslama ibn Aḥmed al-Madjrīṭī und der latein. Uebersetzung des Athelhard von Bath*, ed. A. Bjørnbo, R. Besthorn and H. Suter, Copenhagen 1914.

Khwārizmī ⟶ Frank, Neugebauer



D. A. King, *Mathematical Astronomy in Medieval Yemen. A Biobibliographical Survey*, Malibu 1983.

King [1983a] D. A. King, *al-Khwārizmī and New Trends in Mathematical Astronomy in the Ninth Century*, Hagop Kevorkian Center for Near Eastern Studies, Occasional Papers on the Near East No. 2, New York 1983.

D. A. King, *A Survey of the Scientific Manuscripts in the Egyptian National Library*, Winona Lake, Indiana 1986.

D. A. King, "A Survey of Medieval Islamic Shadow Schemes for Simple Time Reckoning", *Oriens* 32 (1990) 191–249.

D. A. King, *A Catalogue of Medieval Astronomical Instruments*, 1: Early Eastern astrolabes (to ca. 1500), 2: The earliest Eastern Islamic astrolabes (9th–11th centuries) [July 1994 version].

P. Kunitzsch, "Die arabische Herkunft von zwei Sternverzeichnissen in cod. Vat. gr. 1056", *Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft* 120 (1970) 281–287; repr. in Kunitzsch [1989], item III.

P. Kunitzsch (ed.), *Claudius Ptolemäus. Der Sternkatalog des Almagest. Die arabisch-mittelalterliche Tradition*, 3 vols., Wiesbaden 1986-1991.

P. Kunitzsch, *The Arabs and the Stars*, Northampton 1989.

P. Kunitzsch, "On Six Kinds of Astrolabe: a Hitherto Unknown Latin Treatise", Centaurus 36 (1993) 200–208; repr. in Kunitzsch [2004], item XXII.

P. Kunitzsch, "The Second Arabic Manuscript of Ptolemy's *Planisphaerium*", *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften* 9 (1994) 83–89; repr. in Kunitzsch [2004], item VI.

P. Kunitzsch, "The Role of Al-Andalus in the Transmission of Ptolemy's *Planisphaerium* and *Almagest*", *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften* 10 (1995-96) 147–155; repr. in Kunitzsch [2004], item VII.

P. Kunitzsch, "Traces of a Tenth-Century Spanish-Arabic Astrolabe", *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften* 12 (1998) 113–120; repr. in Kunitzsch [2004], item XVI.

P. Kunitzsch, "Three Dubious Stars in the Oldest European Table of Astrolabe Stars", *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften* 13 (1999-2000) 57–69; repr. in Kunitzsch [2004], item XIX.

P. Kunitzsch, "Jadwal al-kawākib al-thābita fī al-zīj al-ma'mūnī al-mumtaḥan", *Proceedings of the Twenty-Second Annual Conference for the History of Arabic Science, Aleppo, October 23–25, 2001*, Aleppo Univerity Press 1424/2003, pp. 345-351.

P. Kunitzsch, *Stars and Numbers*, Aldershot 2004.

R. Lorch, "Ptolemy and Maslama on the Transformation of Circles into Circles in Stereographic Projection", *Archive for History of Exact Sciences* 49 (1995-96) 271–284.

R. Lorch, *Thābit ibn Qurra. On the Sector-Figure and Related Texts*, Frankfurt am Main 2001.

P. Luckey, "Das Analemma von Ptolemäus", *Astronomische Nachrichten* 320 (Nr. 5498) (1927) 17–46.

L. A. Mayer, *Islamic Astrolabists and their Works*, Geneva 1956.

Menelaus ⟶ Björnbo

*Mumtaḥan Tables* [1986] Yaḥyā ibn Abī Manṣūr, *Al-Zīj al-Ma'mūnī al-mumtaḥan*, Frankfurt am Main 1986 (reproduced in facsimile from MS ar. 927 in the Escorial Library).

F. Nau, "Le traité sur l'astrolabe plan de Sévère Sabokt", ed. F. Nau, *Journal asiatique* 1899, 56–101 and 238–303.

O. Neugebauer, "The Early History of the Astrolabe", *Isis* 40 (1949) 240-256.

O. Neugebauer, *The Astronomical Tables of al-Khwārizmī*, Copenhagen 1962.

Philoponus [1981] Jean Philopon, *Traité de l'astrolabe*, trans. A. P. Segonds. *Astrolabica* 2, Paris 1981.

Ptolemy. *Claudii Ptolemaei opera quae exstant omnia*, vol. I, pars 1–2: *Syntaxis mathematica*, Leipzig 1898–1903; vol. II: *Opera astronomica minora*, Leipzig 1907 (including *Analemma* and *Planisphaerium*).

Ptolemy ⟶ Anagnostakis, Kunitzsch, Luckey, Toomer

A. I. Sabra, "Al-Farghānī", *Dictionary of Scientific Biography*, vol. 4, 541–545, New York 1971.

Sebokht, Severus ⟶ Nau



F. Sezgin, *GAS* V and VI. *Geschichte des arabischen Schrifttums* V, Mathematik, (1974), and VI, Astronomie, (1978), Leiden.

M. Steinschneider, *Die hebraeischen Übersetzungen des Mittelalters und die Juden als Dolmetscher*, Berlin 1893; repr. Graz 1956.

Al-Ṣūfī, *Ṣuwaru 'l-kawākib or Uranometry*, Hyderabad-Deccan 1373/1954.

Thābit ⟶ Lorch

Theodosius Tripolites, *Sphaerica*, ed. J. L. Heiberg, Berlin 1927.

*Les Sphériques de Théodose de Tripoli*, œuvres traduites ... avec une introduction et notes par P. ver Eecke, Bruges 1927.

Theon [1822] ΘΕΩΝΟΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΩΣ ΥΠΟΜΝΗΜΑ. *Commentaire de Théon d'Alexandrie sur le livre III de l'Almageste de Ptolemée; Tables manuelles des mouvemens des astres*, ed. M. Halma, Paris 1822; repr. 1990.

G. J. Toomer, "Al-Khwārizmī, Abū Ja'far Muḥammad ibn Mūsā", *Dictionary of Scientific Biography*, vol. 7, 358-365, New York 1973.

G. J. Toomer, *Diocles on Burning Mirrors*, Berlin etc. 1976.

G. J. Toomer, Review of Glowatzki and Göttsche (*q.v.*), *Centaurus* 21 (1977) 321–323.

G. J. Toomer (trans.), *Ptolemy's Almagest*, London 1984.

Al-Ṭūsī, Naṣīr al-Dīn, *Rasā'il*, vol. 2, Hyderabad 1359 [1940].

J. Vernet, "Las 'Tabulae Probatae'", *Homenaje a J. M. Millás-Vallicrosa*, II (Barcelona 1956), pp. 501–522; repr. in Vernet [1979], pp. 191–212.

J. Vernet, *Estudios sobre historia de la ciencia medieval*, Barcelona 1979.

J. Vogt and M. Schramm, "Synesios vor dem Planisphaerium", in *Das Altertum und jedes neue Gute. Festschrift für Wolfgang Schadewaldt zum 15. März 1970*, Stuttgart 1970, pp. 264-311.